

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи

освітній ступінь бакалавр
(бакалавр, магістр)

спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

на тему: « Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал» з
обсягом випуску 2500 штук на рік»

Виконала: студентка групи ТМ-16д _____
(підпис) І.М. Терехова
(ініціали і прізвище)

Керівник _____
(підпис) О.В. Сергієнко
(ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри _____
(підпис) В.Г. Созонтов
(ініціали і прізвище)

Рецензент _____

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота за темою «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал» з обсягом випуску 2500 штук на рік»:

78с., 33 табл., 24 рис., 34 джерело.

ВАЛ; ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ БАЗИ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРИСТОСУВАННЯ, ВЕРСТАТ.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Вал» з обсягом випуску 2500 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

В технологічній частині роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування нового методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині дипломної роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі і спеціальний різальний інструмент – протяжка.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Вал» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

Метод дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Технологічна частина	
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Вал»	6
1.2 Визначення типу виробництва	6
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	9
1.4 Вибір методу виготовлення заготовок	12
1.5 Вибір технологічних баз. Проектування послідовності оброблення деталі	18
1.6 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку	26
1.7 Розрахунок режимів різання.	26
2. Конструкторська частина	
2.1 Методика розрахунку зусилля закріплення деталі	48
2.2 Розрахункова схема для визначення зусилля на приводі	52
3. Організаційна частина	
3.1 Нормування технологічних операцій	61
3.2 Організація робочого місця токаря	64
4. Охорона праці	67
Висновки	75
Список джерел посилання	76
Додатки	79

ВСТУП

Машинобудування – одна з провідних промисловостей народного господарства нашої країни. Вона виробляє машини, обладнання, апарати та прилади, а також продукцію оборонного значення.

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Важливими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва та покращення якості виробництва.

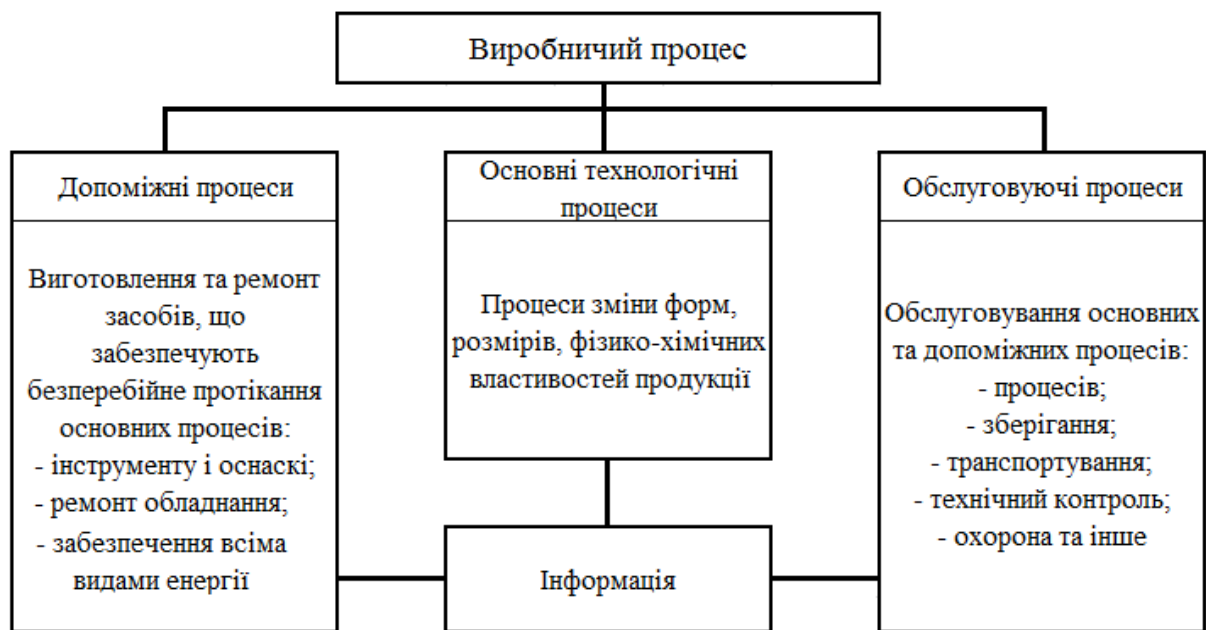
Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першорядне значення. Якість машин, надійність, довголіття та економічність при експлуатації залежить не тільки від удосконалення їх конструкції, але й від технології виробництва. Застосування прогресивних високоефективних методів обробки забезпечує високу точність та якість поверхонь деталей машин, ефективне використання сучасних автоматичних та поточкових ліній електричних обчислюваних машин та іншої нової техніки.

Важливою задачею машинобудування є зміна структури виробництва з метою підвищення якості характеристик машин та обладнання. Особливе значення надається модернізації самого машинобудування, технічний рівень якого залежить від верстатобудування, приладобудування, електроніки.

В умовах швидкого росту машинобудування це дає реальну базу під технічне переозброєння виробничої бази країни у відповідності з сучасними вимогами.

Таким чином, завданням дипломної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал» з метою зниження собівартості виробу за рахунок виконання маршруту механічної обробки деталі з використанням найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій обробки.

Виробничим процесом називають сукупність дій людей і машин для перетворення матеріалів і напівфабрикатів у готову продукцію. У виробничий процес входять не тільки дії, пов'язані з виготовленням деталей, складанням механізмів і машин, а й інші, що забезпечують можливість виготовлення продукції, наприклад отримання підприємством матеріалів і напівфабрикатів, контроль їх якості та зберігання, підготовка засобів виробництва, організація обслуговування робочих місць, транспортування матеріалів, заготовок, деталей готових виробів, технічний контроль на всіх стадіях виробництва, упаковка і відправка на склад готових виробів.



Частиною виробничого процесу, яка безпосередньо пов'язана зі зміною форми, розмірів або властивостей оброблюваної заготовки і охоплює період від моменту перетворення сировини в заготовку до отримання готового виробу називають технологічний процес.

Основними критеріями працездатності деталей типу вал є міцність, твердість, зносостійкість, вібростійкість. Основним видом руйнування валів є втома. Вони працюють переважно при підвищених температурах та тисках. Матеріал валів повинен мати підвищену ударну в'язкість, високу поверхневу твердість, зносостійкість, підвищену контактну витривалість. Опір втомі можна значно підвищити за рахунок поверхневого зміцнення.

Також деталі типу «вал» повинні мати такі показники як надійність, безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність.

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Вал»

Деталі типу «Вал» є опорами для деталей, за допомогою яких відбувається передача крутних моментів. При уточненні службового призначення такого вала повинна бути вказана точність базування з'єднаних з ним деталей, а також значення частоти обертання і крутного моменту, які передаються валом.

Обробляємо поверхні прохідними різцями. Жорсткість вала допускає отримання високої точності обробки (жорсткість вала є недостатньою для отримання точності 6- 9-го квалітетів при співвідношенні його довжини l до діаметра d більше 10-12. Для валів, які виготовляються за більш низькимі квалітетами, це співвідношення може дорівнювати 15. При багаторізцевій обробці його слід зменшити до 10).

Деталь «Вал» і призначена для передавання крутного моменту від електродвигуна до вхідного ступеня редуктора РЧ-05. Під час роботи вал зазнає навантаження обертовим моментом M з номінальним значенням 26 Нм, який може бути реверсивним. Номінальна частота обертання вала 975 об/хв. Вал входить до складу редуктора, що працює при температурі 17-35°C. При цьому температура самого вала може досягати 75°C.

1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва згідно ДСТ 3.1121-84 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій (Кз.о.):

$1 < \text{Кз.о.} < 10$ – масове і багатосерійне виробництво;

$10 < \text{Кз.о.} < 20$ – середньосерійне виробництво;

$20 < \text{Кз.о.} < 40$ – дрібносерійне виробництво;

$40 < \text{Кз.о.}$ – одиничне виробництво.

Величину коефіцієнта закріплення операцій, з достатньою для навчального проекту точністю, можна розрахувати наступним чином:

Таблиця 1.1

Кіл. штук на рік, N	3000	Пор. коеф. виконання. норм часу., K_B		Еф. рік. фонд вр. роботи. ст., F_0	
		ЧПУ	Без ЧПУ	ЧПУ	Без ЧПУ
Кіл заг. для зап-а, n	250,00	1	1,2	3935	4055

№ оп.	Наймен. операції	$T_{шт.},$ хв	$T_{п.з.},$ хв	$T_{ш-к},$ хв	$C_{рі}$	$h_{зі.}$	$O_{PMi.}$
4	Фрезерна	4,7	15	4,76	0,05	0,05	15,334
7	Свердлильна	5,2	18	5,27	0,05	0,05	13,845
13	Фрезерна	4,6	15	4,66	0,05	0,05	15,663
17	Фрезерна	7,6	30	7,72	0,08	0,08	9,455
21	Токарна	13,5	18	13,57	0,14	0,14	5,378
26	Фрезерна	5,1	30	5,22	0,05	0,05	13,983
30	Фрезерна	4,1	30	4,22	0,04	0,04	17,296
35	Токарна	3,3	30	3,42	0,04	0,04	21,342
38	Токарна	3,6	30	3,72	0,04	0,04	19,621
41	Фрезерна	4,5	30	4,62	0,05	0,05	15,799
43	Фрезерна	5,8	18	5,87	0,06	0,06	12,430
47	Токарна	6,3	30	6,42	0,07	0,07	11,369
51	Токарна	8,2	30	8,32	0,09	0,09	8,773
54	Фрезерна	3,3	15	3,36	0,03	0,03	21,723
59	Фрезерна	3,6	15	3,66	0,04	0,04	19,943
63	Токарна	5,6	18	5,67	0,06	0,06	12,868
67	Фрезерна	5,2	18	5,27	0,05	0,05	13,845
71	Фрезерна	5,4	18	5,47	0,06	0,06	13,339
74	Фрезерна	5,1	18	5,17	0,05	0,05	14,113
78	Токарна	9,5	30	9,62	0,10	0,10	7,587
84	Фрезерна	7,1	32	8,91	0,7	0,10	9,75
88	Токарна	9,5	30	9,1	0,10	0,06	7,6
Кз.о.		11,821					283,705

а) Визначаємо розрахункову кількість верстатів, необхідних для кожної верстатної операції (C_{pi}):

$$C_{pi} = \frac{N \times t_{ш-к}}{60 \times F_o \times K_B \times K_P} \quad (1.1)$$

де N – обсяг річного випуску деталей; $N = 3000$ шт.;

$T_{ш-к}$ – штучно-калькуляційний час і-ої операції, хв.;

F_o – ефективний річний фонд часу роботи верстата [1];

K_e – середній коефіцієнт виконання норм часу:

при обробці на верстатах з ручним керуванням; $K_e = 1,2$;

при обробці на верстатах з ЧПУ, автоматах, напівавтоматах і агрегатних верстатах; $K_e = 1,0$;

K_p – коефіцієнт, що враховує втрати з організаційно-технічних причин; $K_p = 0,95$.

При розрахунку по цій формулі у якості $T_{ш-к}$ використовуємо штучно-калькуляційний час базового технологічного процесу, скорегованим шляхом зменшення на 10-20%. Коригування проводиться з урахуванням подальшого удосконалення базового технологічного процесу і деякого скорочення трудомісткості виготовлення деталі. Результати розрахунку C_{pi} зведені в табл. 1.1.

б) Визначаємо прийнятну кількість устаткування на кожній верстатній операції (S_i), для чого розрахункова кількість верстатів (C_{pi}) округляем збільшенням до цілих значень.

в) Розраховуємо коефіцієнт завантаження кожного робочого місця (h_{3i}):

$$h_{3i} = \frac{C_{Pi}}{S_i} \quad (1.2)$$

г) Визначаємо число операцій, закріплених за одним робочим місцем (O_{PMi}):

$$O_{PMi} = \frac{h_H}{h_{3i}} \quad (1.3)$$

де h_H – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Приймаємо $h_H = 0,75$ [2].

д) Розраховуємо величину коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_{PMi}}{\sum P_i} \quad (1.4)$$

де $\sum P_i$ – загальна кількість робочих місць, на яких виконуються всі верстатні операції з виготовлення деталі, без урахування верстатів-дублерів. Результати розрахунку зводимо в табл. 1.1.

Маємо: $K_{з.о.} = 11,82$.

Приймаємо тип виробництва – середньосерійний.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно і кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ДСТ 14.201-83 «Забезпечення технологічності конструкції виробів». Деталь, що піддається обробці різанням, буде технологічна в тому випадку, коли її конструкція дозволяє застосовувати раціональну заготовку, форма і розміри якої максимально наближені до форми і розмірів готової деталі, а також використовувати високоефективні процеси обробки. До основних вимог технологічності можна віднести:

- обґрунтований вибір матеріалу деталі і ув'язка вимог якості поверхневого шару з маркою матеріалу деталі;
- скорочення числа установ заготовки при обробці;
- надійне видалення стружки;
- можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів;
- забезпечення сприятливих умов роботи ріжучого інструменту;
- уніфікація форми і розмірів оброблюваних елементів, що забезпечить обробку їх мінімальним числом інструментів і використання типових підпрограм на верстатах з ЧПК і т.д.

Якісна оцінка деталі на технологічність

Деталь «вал» виготовляється з ливарної сталі, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішньої поверхні не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Матеріал повністю відповідає умовам експлуатації і вимогам по міцності, зносостійкості, поверхневим деформаціям і т.п.

Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість при механічній обробці на металорізальному обладнанні.

Форми поверхонь, що підлягають обробці, не викликають складності, є можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів.

З точки зору забезпечення заданої точності і шорсткості поверхні деталі не викликають складності.

Кількісна оцінка технологічності

На початковій стадії при аналізі службового призначення деталі і оцінці її технологічності необхідно використовувати показники, такі, як коефіцієнти використання матеріалу ($K_{\text{вм}}$), точності обробки ($K_{\text{тч}}$), шорсткості поверхні ($K_{\text{ш}}$)/18/.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (1.5)$$

де $K_{\text{вм}} = 8,1/14,6 = 0,55$;

$M_{\text{д}}$ – маса деталі;

$M_{\text{з}}$ – маса заготовки.

Коефіцієнт точності обробки $K_{\text{тч}}$:

$$K_{\text{тч}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}} = 0,86, \quad (1.6)$$

де $A_{\text{ср}}$ – середній квалітет точності обробки деталі по всіх поверхнях.

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{\text{ш}}$:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}} = 0,29, \quad (1.7)$$

де $B_{\text{ср}}$ – середнє числове значення параметра шорсткості всіх поверхонь деталі.

Порівнюючи отримані результати з нормативними ($K_{\text{тч}} > 0,8$, $K_{\text{ш}} < 0,32$) можна сказати, що деталь за показниками точності обробки і шорсткості поверхні технологічна.

Для виготовлення деталі вал обираємо сталь 45 ГОСТ 1050-88. Сталь 45 – конструкційна якісна середньовуглецева сталь. Структура сталі у вихідному

стані – ферит + перліт. Її хімічний склад наведений в табл. 1.2, а механічні властивості у стані постачання – в табл. 1.3 (сталь гарячекатана після нормалізації). Сталями-замінниками сталі 45 є наступні сталі: 40Х, 50, 50 Г2 (ГОСТ 1050-88). Сталь 45 використовується для виготовлення валів – шестерен, колінчастих та розподільних валів, шестерен, шпинделів, бандажів, циліндрів, кулачків та інших відповідальних деталей, що піддаються термічній обробці – гартуванню та високому відпуску (ГОСТ 1050-88).

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	As, %	Ni, %	Cu, %	S, %	P, %
							не більше	
0,42 - 0,5	0,5 - 0,8	0,17 - 0,37	≤0,25	≤0,08	≤0,25	≤0,2	0,04	0,035

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 45 у стані постачання (після нормалізації)

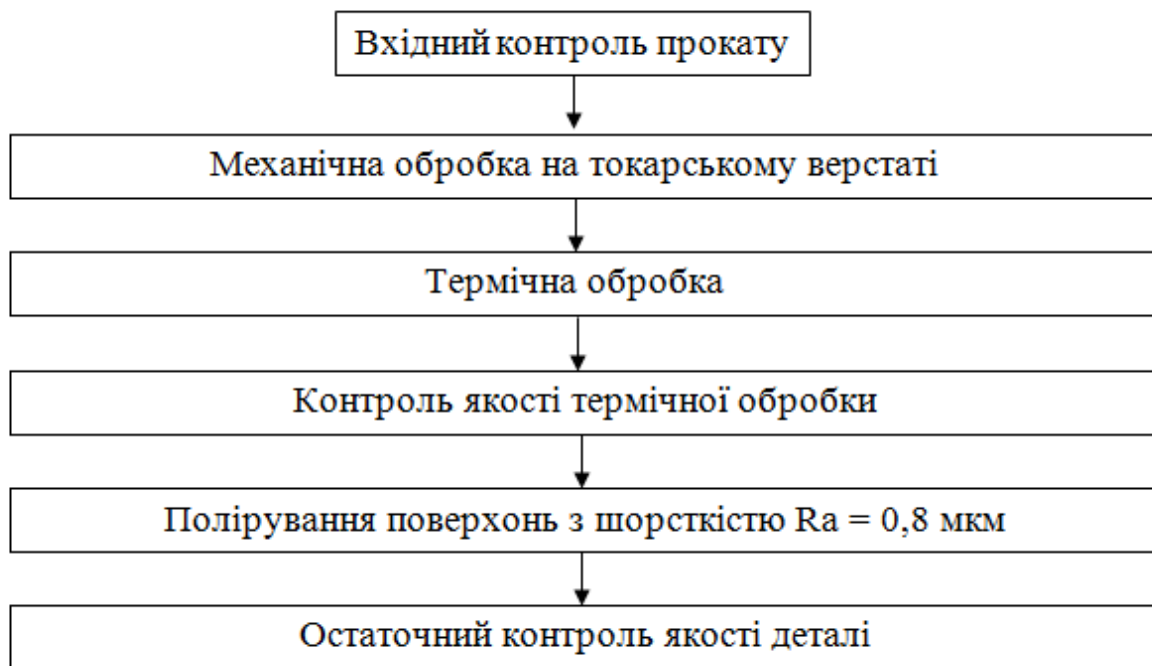
σ_B , не менше, МПа	$\sigma_{0,2}$, не менше, МПа	δ , не менше, %	Ψ , не менше, %	КСУ, не менше, Дж/см ²	Твердість, НВ
690	340	16	36	64	140-180

1.4 Вибір методу виготовлення заготовок

Маршрутна технологія виготовлення деталі

Маршрутну технологію виготовлення деталі вал наведено на рис. 1.1. Маршрутна технологія виготовлення деталі вал включає в себе наступні технологічні цикли: вхідний контроль прокату; механічна обробка на токарському верстаті; термічна обробка; контроль якості термічної обробки; полірування поверхонь з шорсткістю $R_a = 0,8$ мкм; остаточний контроль якості деталі.

Рисунок 1.1 – Маршрутна технологія виготовлення деталі вал



При вхідному контролі прокату із сталі 45 перевіряються наступні параметри:

- хімічний склад;
- твердість (НВ);
- механічні властивості ($\sigma_{0,2}$, σ_B , $\tau_{зс}$, $\sigma_{ст}$, δ , ψ , a_n);
- зовнішні дефекти – тріщини, закати, волосовини, плени, пісочини, раковини, риски, вдавнена окалина, розшарування;
- внутрішні дефекти – поруватість (загальна та центральна), неметалеві включення, зневуглецьований шар, крупнозернистість (зокрема відманштеттова структура).

Твердість сталі 45 у стані постачання не повинна перевищувати 180 НВ. Хімічний склад сталі повинен відповідати вимогам, наведеним в табл. 1.4. Структура сталі – ферит + перліт.

Таблиця 1.4 – Допустима товщина знеуглецьованого шару у прокаті із Сталі 45

Товщина (діаметр) прокату, мм	5-15	15-30	30-50	50-70	70-100	100-150
Товщина знеуглецьованого шару, мм	0,25	0,4	0,5	0,6	0,85	1,1

Не допускається наявність волокнистої текстури матеріалу та відманштеттової структури.

Злам Сталі 45 повинен бути однорідним, в'язким, без усадкових раковин, тріщин, пустот, розшарувань, шлакових включень, пузирів, перепалів. Усадкових раковин, тріщин, пустот, розшарувань, шлакових включень, пузирів та перепалів також не повинно бути і на протравлених макрошліфах, вирізаних з прокату. *Перепал* – це утворення по границях зерен оксидів заліза. Він є наслідком тривалої витримки сталі при високій температурі в окислювальному середовищі.

На поверхні прокату із сталі 45 не допускаються тріщини, закати, волосовини, плени, пісочини, раковини, вдавнена окалина, розшарування. Неглибокі риси видаляються зачищенням або шліфуванням: на прокаті діаметром або товщиною більше 90 мм – в межах допустимого відхилення на діаметр або товщину прокату, на прокаті діаметром або товщиною менше 90 мм – в межах половини допустимого відхилення на діаметр або товщину прокату. Вирубка поверхневих дефектів не допускається

Товщина знеуглецьованого шару у прокаті із сталі 45 не повинна перевищувати значень, наведених в табл. 1.4 (ГОСТ 1763 - 82). Знеуглецьований шар виявляється травленням мікрошліфів, вирізаних з прокату, 4 % – м розчином азотної кислоти в етиловому спирті. Знеуглецьований шар складається переважно з фериту. Ферит 4 % – м

розчином азотної кислоти в етиловому спирті не протравлюється, тому зневуглецьований шар добре ідентифікується на фоні феритно-перлітної серцевини (перліт, на відміну від фериту, протравлюється добре і має характерний перламутровий відтінок).

Оцінка поруватості прокату із сталі 45 здійснюється по еталонним шкалам № 1 - 4 ГОСТ 801-92 (оцінка макроструктури). Прокат має задовольняти наступним вимогам: загальна поруватість у поперечному перерізі по шкалі № 1 у прокаті товщиною до 100 мм – не більше бала 1,5, у прокаті товщиною більше 100 мм – не більше бала 2; центральна поруватість у поперечному перерізі по шкалі № 2 – не більше бала 2; загальна і центральна поруватість по шкалі № 3 у поздовжньому перерізі – не більше бала 3; ліквіація по шкалі № 4 – не більше бала 2.

У прокаті товщиною (або діаметром) менше 60 мм не повинно бути мікропоруватості. У прокаті товщиною (або діаметром) більше 60 мм допускається мікропоруватість не більше бала 1 шкали № 12 (оцінка мікроструктури).

Перевірка прокату на неметалеві включення здійснюється по шкалам № 9, 10, 11 ГОСТ 801 - 92 (оцінка мікроструктури) (табл. 1.5).

Для виготовлення деталі «вал» може бути використаний калібрований прокат трьох категорій точності (ГОСТ 2590-88): А, Б, В (табл. 1.6). Максимально допустимі відхилення від номінального діаметру прокату вказані в табл. 1.6.

Таблиця 1.5 – Допустимі бали по вмісту неметалевих включень у прокаті із сталі 45

Діаметр або товщина прутка, мм	Стан сталі	По оксидам, шкала № 9	По сульфідам, шкала № 10	По глобулям, шкала № 11
До 40	Гарячекатана та холодноотягнута відпалена	2	2	2
40 - 80		2,5	2,5	2,5
Більше 80	Гарячекатана відпалена	2,5	2,5	2,5

Таблиця 1.6 – Максимально допустимі відхилення від номінального діаметру прокату

Діаметр прокату, мм	Максимально допустимі відхилення від номінального діаметру прокату (мм) по категоріях точності прокату			Площа попереднього перерізу, см ²	Маса 1 м прокату, кг
	А	Б	В		
60	+0,1 -0,9	+0,3 -1,1	+0,5 -1,1	28,27	22,19

Максимально допустимі відхилення від номінального діаметру круглого прокату можуть бути симетричними, але вони не повинні виходити за межі встановлених допусків (табл. 1.6).

На замовлення підприємства круглий прокат може бути виготовлений з плюсовими відхиленнями від номінального діаметру (табл. 1.7).

Овальність круглого прокату не повинна перевищувати 50 % від суми максимально допустимих відхилень, вказаних в табл. 1.6 (табл. 1.8).

Довжина прокату складає від 2 до 6 метрів (ГОСТ 2590-88).

Максимально допустимі відхилення по довжині прокату:

+30 мм – для довжини до 4 метрів включно;

+50 мм – для довжини від 4 до 6 метрів включно.

Кривизна прутків круглого прокату не повинна перевищувати значень, наведених в табл. 1.9.

Таблиця 1.7 – Максимально допустимі плюсові відхилення від номінального діаметру круглого прокату (ГОСТ 2590-88)

Діаметр прокату, мм	Максимально допустимі плюсові відхилення від номінального діаметру
5 - 9	+0,5
9 - 19	+0,6
19 - 25	+0,8
25 - 31	+0,9
Більше 31	Сума максимально допустимих відхилень від номінального діаметру для прокату категорії точності В (для прокату діаметром 60 мм максимально допустиме плюсове відхилення від номінального діаметру складає +1,0 мм)

Таблиця 1.8 – Максимально допустима овальність круглого прокату

Діаметр прокату, мм	Максимально допустима овальність круглого прокату (мм) по категоріях точності прокату		
	А	Б	В
60	0,5	0,7	0,8

Таблиця 1.9 – Максимально допустима кривизна прутків круглого прокату

Діаметр прокату	Максимально допустима кривизна, мм	
	I клас	II клас
До 25 мм	0,5 % від довжини	0,5 % від довжини
Більше 25 мм	0,4 % від довжини	0,5 % від довжини

На замовлення підприємства може бути поставлений прокат, кривизна якого не перевищує 0,2 % від довжини прутка.

Кривизна прокату вимірюється на довжині не менше 1 м та на відстані не менше 150 мм від кінців прутка.

Діаметр та овальність круглого прокату вимірюються на відстані не менше 150 мм від кінців прутка.

1.5 Вибір технологічних баз. Проектування послідовності оброблення деталі

Обираємо наступну послідовність обробки деталі вал:

Операція 1. Підрізання торцевої поверхні 1 прохідним упорним правим різцем (рис. 1.2). Деталь встановлюється у патроні токарського верстата по циліндричній поверхні 2 діаметром 60 мм.

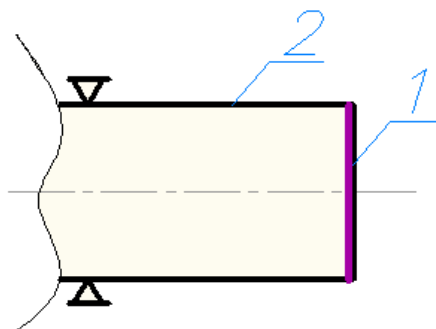


Рисунок 1.2

Операція 2. Виконання центрального отвору на поверхні 1 центрувальним свердлом (позиція 2).

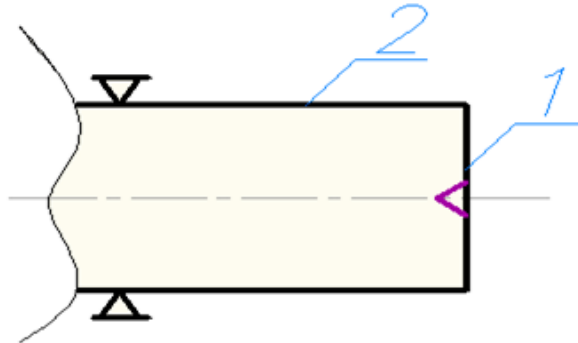


Рисунок 1.3

Операція 3. Чорнове точіння поверхні 2 на довжину 250 мм прохідним упорним правим різцем. З лівої сторони деталь встановлюється у патроні токарського верстата по необробленій поверхні 2' діаметром 60 мм, а з правої сторони підпирається конусом Морзе по центральному отвору (рис. 1.4).

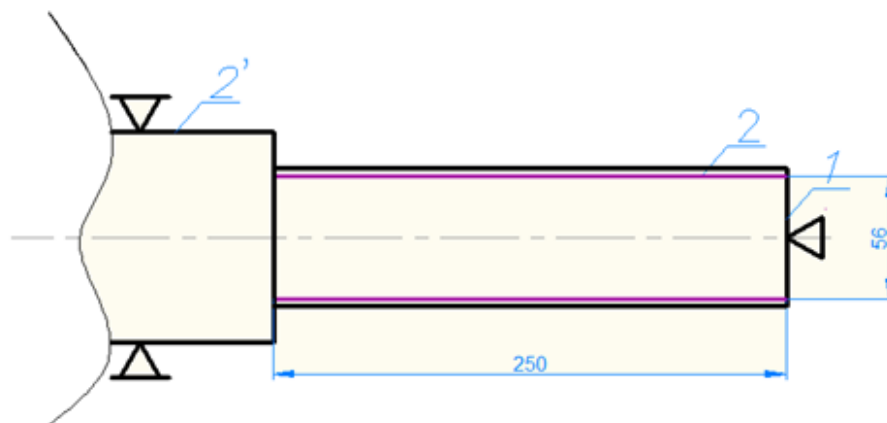


Рисунок 1.4

Операція 4. Чорнове точіння поверхні 3 прохідним упорним правим різцем (рис. 1.5). Деталь встановлюється у патроні токарського верстата по необробленій поверхні 2' діаметром 60 мм.

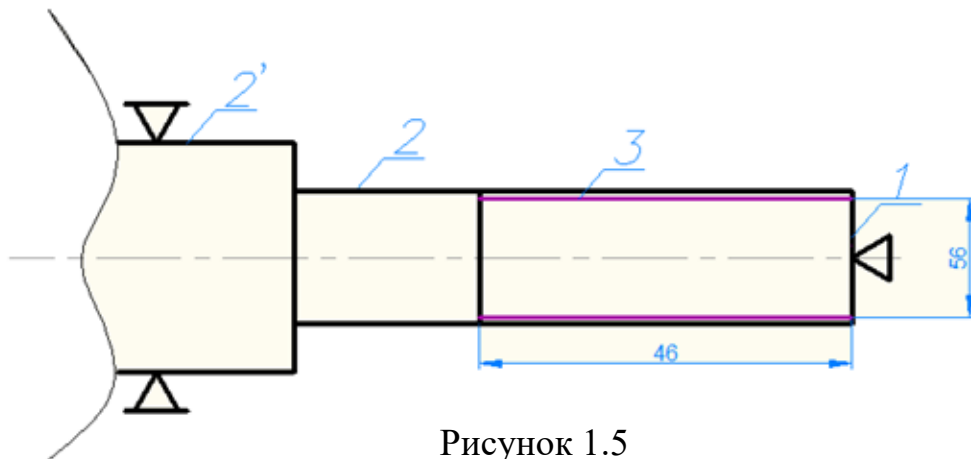


Рисунок 1.5

Операція 5. Чорнове точіння поверхні 4 прохідним упорним правим різцем (рис. 1.6).

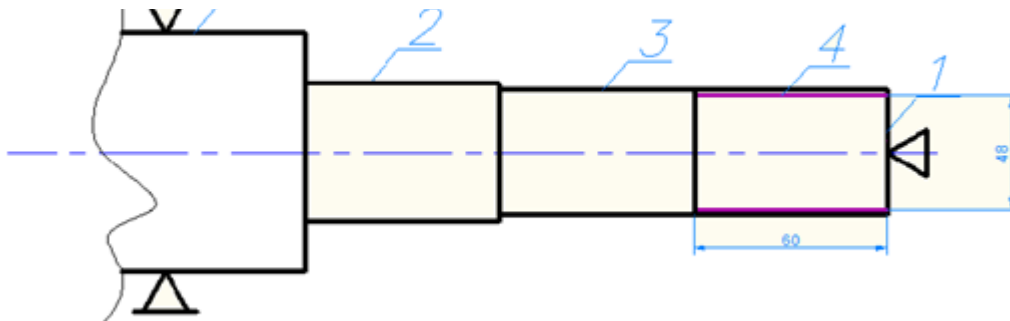


Рисунок 1.6

Операція 6. Підрізання канавки з лівого кінця поверхні 2 відрізним різцем (рис. 1.7).

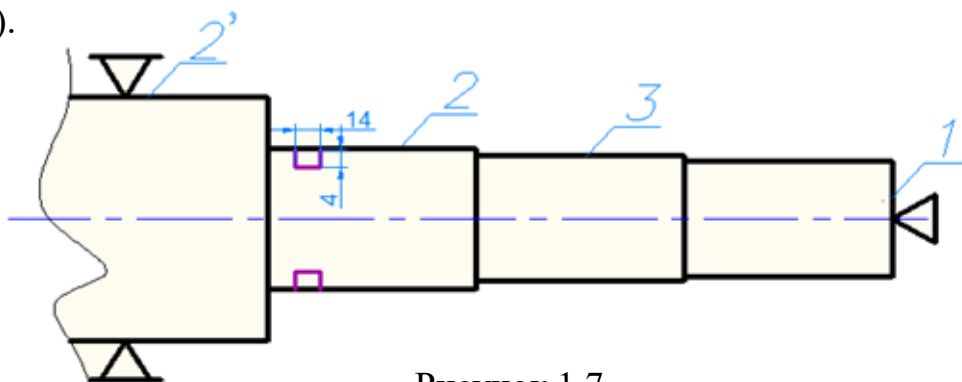


Рисунок 1.7

Операція 7. Чорнове точіння поверхні 5 на довжину 100 мм прохідним упорним лівим різцем (рис. 1.8).

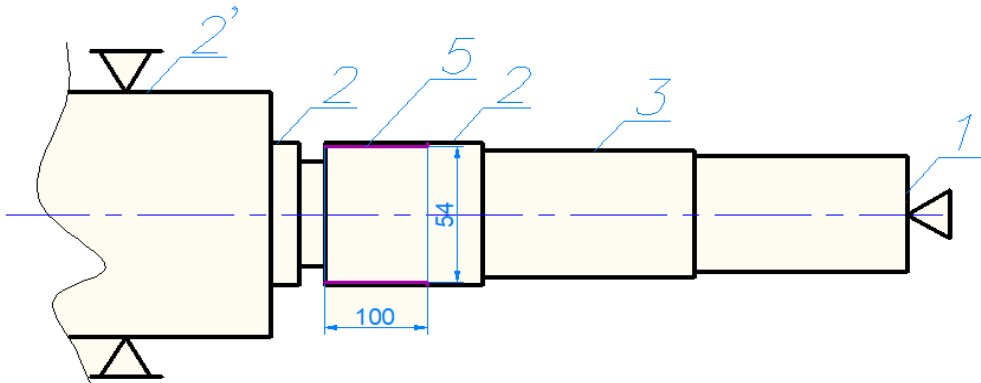


Рисунок 1.8

Операція 8. Прорізання канавок I, II, III відрізним різцем (рис. 1.9).

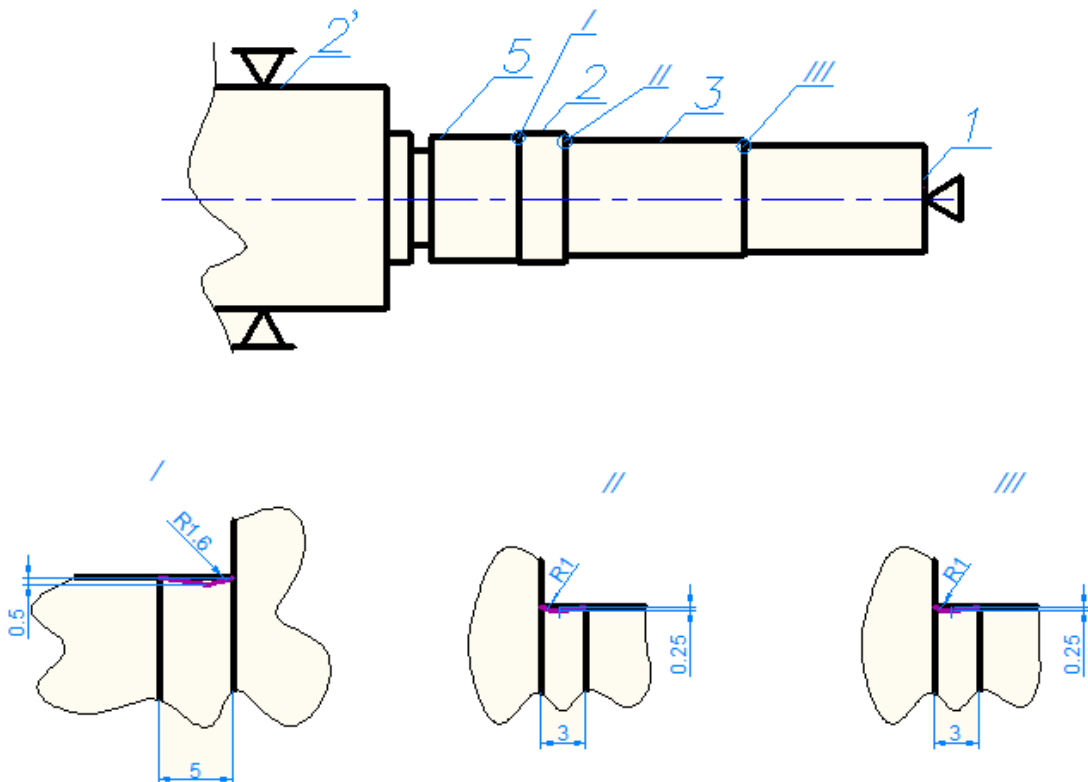


Рисунок 1.9

Операція 9. Чистове точіння поверхні 4 прохідним упорним правим різцем (рис. 1.10).

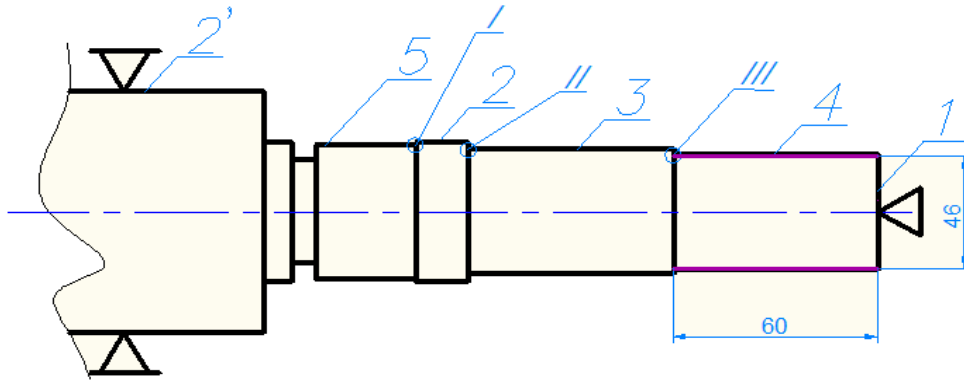


Рисунок 1.10

Операція 10. Чистове точіння поверхні 3 прохідним упорним правим різцем (рис. 1.11).

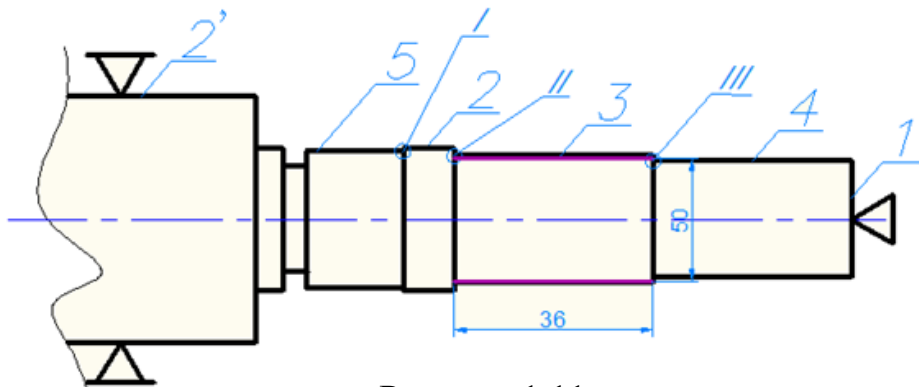


Рисунок 1.11

Операція 11. Чистове точіння поверхні 6 прохідним упорним лівим різцем (рис. 1.12).

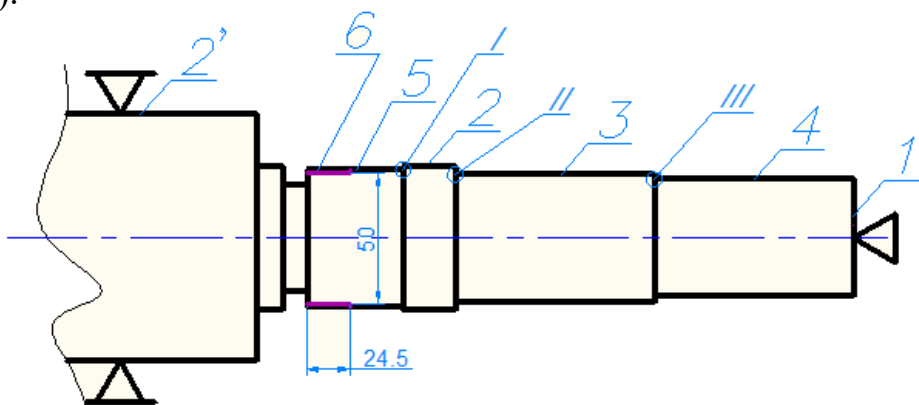


Рисунок 1.12

Операція 12. Чистове точіння поверхні 5 прохідним упорним лівим різцем (рис. 1.13).

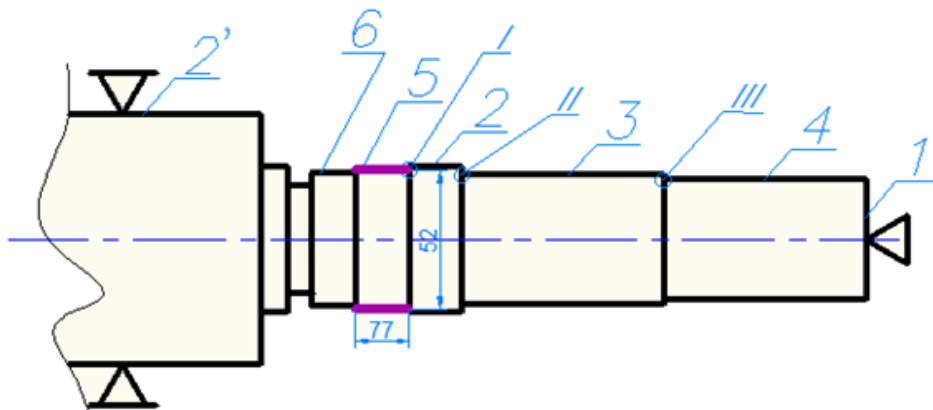


Рисунок 1.13

Операція 13. Підрізання фасок на поверхнях 3, 4 прохідним упорним правим різцем (рис. 1.14).

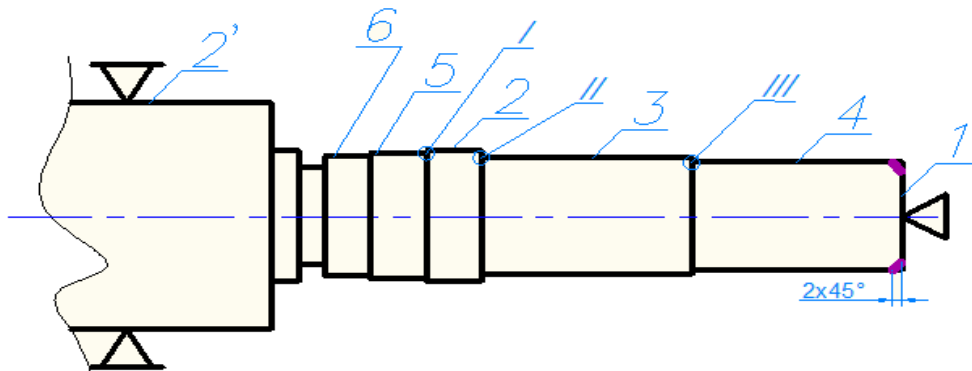


Рисунок 1.14

Операція 14. Відрізання деталі відрізним різцем (рис. 1.15, відрізання здійснюється по канавці між поверхнями 2 та 6).

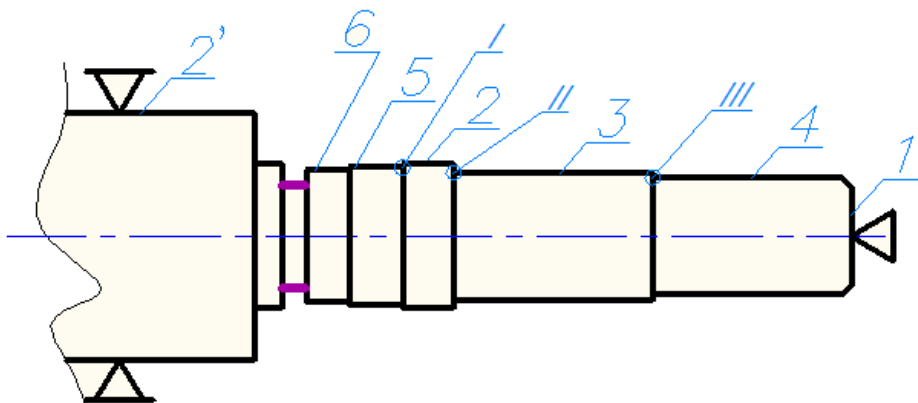


Рисунок 1.15

Операція 15. Підрізання торцевої поверхні 7 прохідним упорним правим різцем. Деталь встановлюється у патроні токарського верстата по поверхні 2 (рис. 1.16).

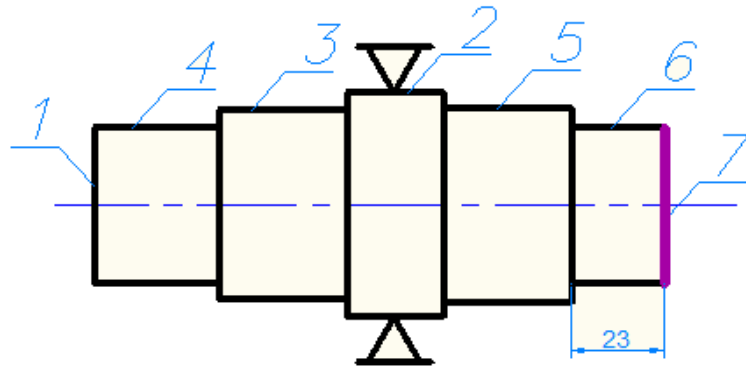


Рисунок 1.16

Операція 16. Підрізання фаски на поверхні 6 прохідним упорним правим різцем. Деталь встановлюється у патроні токарського верстата по поверхні 2 (рис. 1.17).

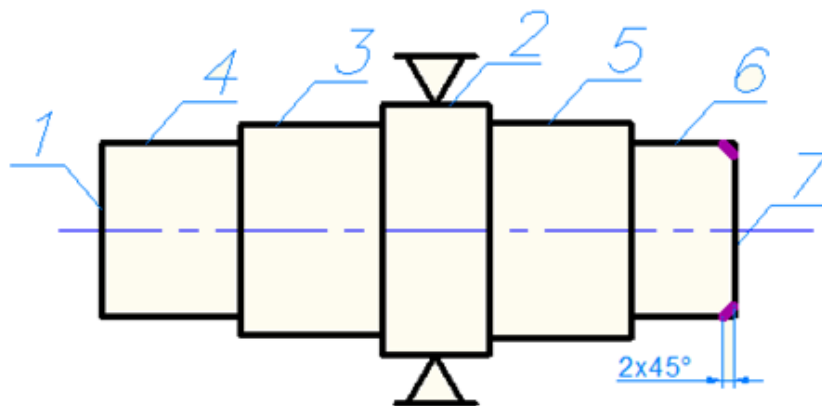


Рисунок 1.17

Операція 17. Нарізання шпонкового пазу шириною 16 мм на поверхні 5 на горизонтально-фрезерному верстаті. Інструмент – кінцева шпонкова фреза номінальним діаметром 16 мм по ГОСТ 9140-68. Деталь встановлюється у призмах по поверхнях 3 і 6 (рис. 1.18).

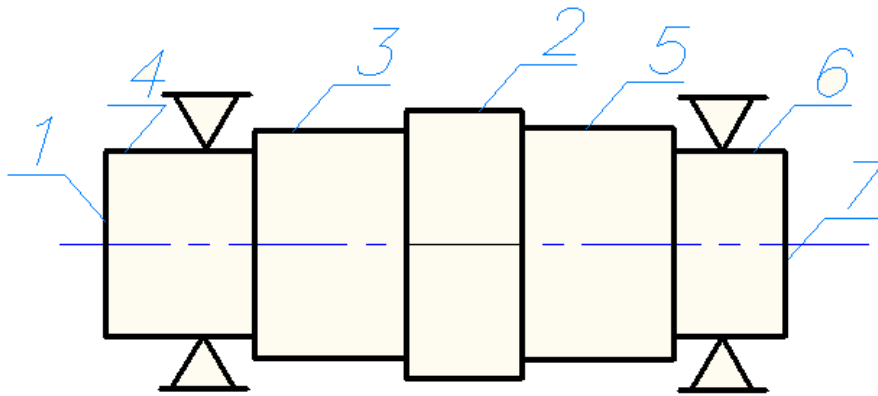


Рисунок 1.18

Операція 18. Нарізання шпонкового пазу шириною 14 мм на поверхні 4 на горизонтально-фрезерному верстаті. Інструмент – кінцева шпонкова фреза номінальним діаметром 14 мм по ГОСТ 9140-68. Деталь встановлюється у призмах по поверхнях 3 і 6 (рис. 1.19).

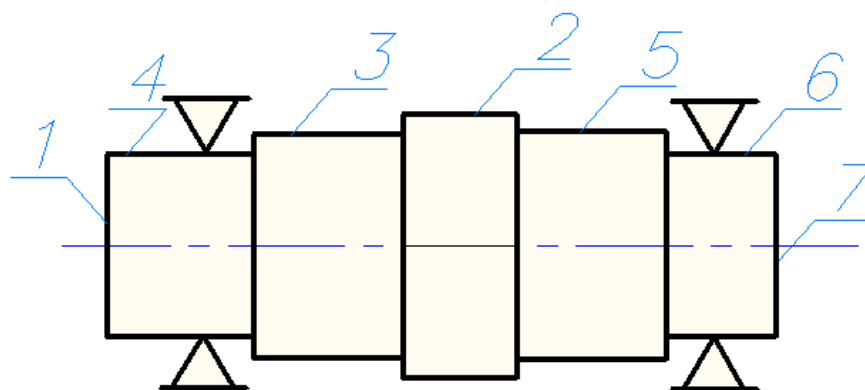


Рисунок 1.19

1.6 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку.

Припуски на механічну обробку визначаються за формулою:

$$П = (D - D_{ном.})/2, \quad (1.8)$$

де D – діаметр прутка, з якого виготовляється вал; $D = 60$ мм;

$D_{ном.}$ – номінальний діаметр поверхні, що піддається механічній обробці.

Робоче креслення вала з позначенням усіх поверхонь, що піддаються механічній обробці, наведено кресленні деталі вал.

Припуск на обробку поверхні № 2 ($D_{ном.} = 56$ мм):

$$П = (60 - 56)/2;$$

$$П = 2 \text{ мм.}$$

Припуск на обробку поверхні № 3 ($D_{ном.} = 50$ мм):

$$П = (60 - 50)/2;$$

$$П = 5 \text{ мм.}$$

Припуск на обробку поверхні № 4 ($D_{ном.} = 46$ мм):

$$П = (60 - 46)/2;$$

$$П = 7 \text{ мм.}$$

Припуск на обробку поверхні № 5 ($D_{ном.} = 52$ мм):

$$П = (60 - 52)/2;$$

$$П = 4 \text{ мм.}$$

Припуск на обробку поверхні № 6 ($D_{ном.} = 50$ мм):

$$П = (60 - 50)/2;$$

$$П = 5 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків припусків на механічну обробку наведено в табл.

1.10.

Таблиця 1.10 – Результати розрахунків припусків на механічну обробку

Номінальні розміри поверхні, мм*	Ra обробленої поверхні*	Формула для визначення розміру поковки	Загальний припуск на механічну обробку, мм
Поверхня 2 $D_{ном.} = 56$ мм $L_{ном.} = 36$ мм	–	$\Pi = (D - D_{ном.})/2$	2
Поверхня 3 $D_{ном.} = 50k6$ $L_{ном.} = 46$ мм	1,25	$\Pi = (D - D_{ном.})/2$	5
Поверхня 4 $D_{ном.} = 46d11$ $L_{ном.} = 60$ мм	0,8	$\Pi = (D - D_{ном.})/2$	7
Поверхня 5 $D_{ном.} = 52d11$ $L_{ном.} = 77$ мм	0,8	$\Pi = (D - D_{ном.})/2$	4
Поверхня 6 $D_{ном.} = 50k6$ $L_{ном.} = 23$ мм	1,25	$\Pi = (D - D_{ном.})/2$	5

Діаметр прутка 60 мм; $D_{ном.}$ – номінальний діаметр поверхні згідно робочого креслення деталі; $L_{ном.}$ – номінальна довжина поверхні згідно робочого креслення деталі.

1.7 Розрахунок режимів різання.

Вибір та розрахунок параметрів режиму різання проводимо у порядку виконання основних технологічних операцій згідно розділу 3.

Операція 1. Підрізання торцевої поверхні 1 прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною T15K6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням TC1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твердосплавною пластиною T15K6.

Чистове підрізання торця з глибиною різання 1,5 мм. Діаметр торцевої поверхні 1 складає 60 мм, що відповідає початковому діаметру прокату. Згідно діаметру 60 мм та чистового підрізання торця обираємо наступну поперечну подачу (S) та наступну швидкість різання (V): $S = 0,15$ мм/об.,
 $V = 180$ м/хв.

Частота обертання деталі визначається за наступною формулою:

$$V = \pi D n,$$

де D – діаметр деталі, м;

n – частота обертання деталі, об/с;

V – швидкість різання, м/с.

$$n = V/\pi D, \quad (1.9)$$

Для $D = 0,06$ м та $V = 180$ м/хв. = 3 м/с (чистове торцювання; швидкість різання обрано для випадку обробки деталі різцем з твердосплавною пластиною Т15К6):

$$n = 3/(3,14 \cdot 0,06) = 15,9 \text{ (об/с)} = 955 \text{ (об/хв.)}.$$

Приймаємо $n = 900$ (об/хв.).

Таблиця 1.11 – Режими різання для операції 1

Глибина різання, t , мм	Поперечна подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 2	0,15	180	955/900

Поправочні коефіцієнти на швидкість різання (K_{v1} , K_{v2} , K_{v3}) перевищують 1,0 [3], тому немає необхідності зменшувати обрану табличну швидкість різання.

Операція 2. Виконання центрувального отвору на поверхні 1 центрувальним свердлом.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: центрувальне свердло 2317-0107 згідно ГОСТ 14952-75, тип А, виконання 1 (діаметр центрувального отвору $d_{отв.} = 4$ мм; кут конуса 60°).

Для матеріалу з $\sigma_B \leq 600$ МПа та $d_{отв.} = 4$ мм обираємо наступні значення поздовжньої подачі S та швидкості різання V [3]:

$$S = 0,05 \text{ мм/об.}, V = 29 \text{ м/хв.} = 0,48 \text{ м/с.}$$

Згідно формули 1 визначимо частоту обертання деталі:

$$n = 0,48 / (3,14 \cdot 0,06) = 2,56 \text{ (об/с)} = 153 \text{ (об/хв.)}$$

Приймаємо $n = 150$ (об/хв.).

Таблиця 1.12 – Режими різання для операції 2

Діаметр отвору, $d_{отв.}$, мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
4	0,05	29	153/150

Операція 3. Чорнове точіння поверхні 2 на довжину 250 мм прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твердосплавною пластиною Т15К6. Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Обрана система закріплення деталі є жорсткою [3]. Для таких умов закріплення деталі технологічний припуск на точіння з початкового діаметру 60 мм до діаметру 56 мм може бути знятий за 1 прохід. При цьому може бути

забезпечена точність обробки на рівні не гірше 11-12 квалітету при шорсткості поверхні не більше Rz20 [3].

Для чорнового точіння поверхні 2 прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6 обираємо наступні режими різання [3]:

глибина різання $t = 2$ мм;

поздовжня подача $S = 0,4$ мм/об (для діаметру деталі не більше 60 мм);

$V = 160$ м/хв. = 2,67 м/с.

Частота обертання деталі:

$n = 2,67 / (3,14 \cdot 0,06) = 14,2$ (об/с) = 850 (об/хв.).

Приймаємо $n = 900$ (об/хв.).

Таблиця 1.13 – Режими різання для операції 3

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
2	0,4	160	850/900

Поперечний перетин стрижню різця ($B \times H$) = 16x25 мм [3].

Операції 4, 10. Чорнове та чистове точіння поверхні 3 прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6 на довжину 46 мм.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твердосплавною пластиною Т15К6. Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Початковий діаметр складає 56 мм, кінцевий діаметр – 50 мм. Загальний технологічний припуск на сторону дорівнює 3 мм, точність обробки відповідає 6 квалітету ($\varnothing 50k6$), шорсткість обробленої поверхні дорівнює $Ra = 1,25$ мкм. Для жорсткої системи закріплення деталі точність обробки по 6 квалітету при $Ra = 1,25$ мкм може бути забезпечена при кількості проходів не менш 3-х [3]. Отже,

обираємо один технологічний перехід для операції 4 (чорнове точіння поверхні 3) та 2 технологічних переходи для операції 10 (чистове та тонке точіння поверхні 3).

Розбиваємо загальний технологічний припуск на операціях 4, 10, що дорівнює 3 мм, наступним чином:

Операція 4 – чорнове точіння поверхні 3	Перехід 1 – чорнове точіння	$t = 2$ мм
Операція 10 – чистове точіння поверхні 3	Перехід 1 – чистове точіння	$t = 0,6$ мм
	Перехід 2 – тонке точіння	$t = 0,4$ мм

Поперечний перетин стрижню різця ($B \times H$) = 16x25 мм [3].

Для операції 4, що виконується за один технологічний перехід, обираємо наступні режими різання (різець з твердосплавною пластиною T15K6) [3]:

глибина різання $t = 2$ мм;

поздовжня подача $S = 0,4$ мм/об.;

швидкість різання $V = 160$ м/хв. = 2,67 м/с.

$n = 2,67 / (3,14 \cdot 0,056) = 15,1$ (об/с) = 911 (об/хв.).

Приймаємо $n = 900$ (об/хв.).

Таблиця 1.15 – Режими різання для операції 4

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
2	0,4	160	911/900

Для операції 10, що виконується за 2 технологічні переходи, обираємо наступні режими різання:

Перехід 1 (чистове точіння):

глибина різання $t = 0,6$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об.;

швидкість різання $V = 235$ м/хв. = 3,92 м/с.

$n = 3,92 / (3,14 \cdot 0,056) = 22,3$ (об/с) = 1336 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Перехід 2 (тонке точіння):

глибина різання $t = 0,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,12$ мм/об.;

швидкість різання $V = 250$ м/хв. = 4,16 м/с.

$n = 4,16 / (3,14 \cdot 0,056) = 23,6$ (об/с) = 1419 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Таблиця 1.16 – Режими різання для операції 10

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
Перехід 1			
0,6	0,2	235	1336/1400
Перехід 2			
0,4	0,12	250	1419/1400

Операції 5, 9. Чорнове та чистове точіння поверхні 4 прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6 на довжину 60 мм.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твердосплавною пластиною Т15К6. Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Початковий діаметр складає 50 мм, кінцевий діаметр – 46 мм. Загальний технологічний припуск на сторону дорівнює 2 мм, точність обробки відповідає 11 квалітету ($\varnothing 46d11$), шорсткість обробленої поверхні дорівнює $Ra = 0,8$ мкм. Для жорсткої системи закріплення деталі точність обробки по 11 квалітету при $Ra = 0,8$ мкм може бути забезпечена при кількості проходів не менш 3-х [3]. Отже обираємо один технологічний перехід для операції 5 (чорнове точіння поверхні 4) та 2 технологічних переходи для операції 9 (чистове та тонке точіння поверхні 4).

Розбиваємо загальний технологічний припуск на операціях 5, 9, що дорівнює 2 мм, наступним чином:

Операція 5 – чорнове точіння поверхні 3	Перехід 1 – чорнове точіння	$t = 1$ мм
Операція 9 – чистове точіння поверхні 3	Перехід 1 – чистове точіння	$t = 0,6$ мм
	Перехід 2 – тонке точіння	$t = 0,4$ мм

Для операції 5, що виконується за один технологічний перехід, обираємо наступні режими різання:

глибина різання $t = 1$ мм;

поздовжня подача $S = 0,4$ мм/об.;

швидкість різання $V = 160$ м/хв. = 2,67 м/с.

$n = 2,67 / (3,14 \cdot 0,05) = 17$ (об/с) = 1020 (об/хв.).

Приймаємо $n = 900$ (об/хв.).

Таблиця 1.18 – Режими різання для операції 5

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
1	0,4	160	1020/900

Для операції 9, що виконується за 2 технологічні переходи, обираємо наступні режими різання:

Перехід 1 (чистове точіння):

глибина різання $t = 0,6$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об.;

швидкість різання $V = 220$ м/хв. = 3,67 м/с.

$n = 3,67 / (3,14 \cdot 0,048) = 24,3$ (об/с) = 1460 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Перехід 2 (тонке точіння):

глибина різання $t = 0,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,12$ мм/об.;

швидкість різання $V = 220$ м/хв. = 3,67 м/с.

$n = 3,67 / (3,14 \cdot 0,048) = 24,3$ (об/с) = 1460 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Таблиця 1.19 – Режими різання для операції 9

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
Перехід 1			
0,6	0,2	220	1460/1400
Перехід 2			
0,4	0,12	220	1460/1400

Операція 6. Підрізання канавки з лівого кінця поверхні 2 відрізним різцем з твёрдосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Інструмент: Для прорізання канавки обираємо відрізний різець з шириною різальної кромки 5 мм (для діаметру 50 - 60 мм [3]). Канавка шириною 10 - 15 мм прорізається за 2 - 3 заходи.

Канавка необхідна для підведення до деталі прохідного упорного лівого різця та обробки поверхонь 5 та 6. Обираємо глибину канавки 4 мм, що на 1 мм перевищує загальний технологічний припуск, а саме різницю номінальних діаметрів поверхонь 2 та 6. Номінальний діаметр поверхні 6 дорівнює 50 мм ($\varnothing 50k6$), номінальний діаметр поверхні 2 дорівнює 56 мм. Загальний технологічний припуск на сторону дорівнює 3 мм.

Режими різання при прорізання канавки (діаметр 56 мм):

глибина різання $t = 4$ мм;

поперечна подача $S = 0,15$ мм/об.;

швидкість різання $V = 150$ м/хв. = 2,5 м/с.

$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,056) = 14,2$ об/с = 853 об/хв.

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Таблиця 1.20 – Режими різання для операції 6

Глибина різання, t , мм	Поперечна подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
4	0,15	150	853/900

Операції 7, 12. Чорнове та чистове точіння поверхні 5 відповідно на довжину 100 мм та 77 мм прохідним упорним лівим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний лівий різець з твердосплавною пластиною Т15К6. Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Початковий діаметр дорівнює 56 мм, кінцевий діаметр – 52 мм. Загальний технологічний припуск на сторону складає 2 мм, точність обробки відповідає 11

квалітету ($\varnothing 52d11$), шорсткість обробленої поверхні дорівнює $Ra = 0,8$ мкм. Для жорсткої системи закріплення деталі точність обробки по 11 квалітету при $Ra = 0,8$ мкм може бути забезпечена при кількості проходів не менш 3-х [3]. Отже, обираємо один технологічний перехід для операції 7 (чорнове точіння поверхні 5) та 2 технологічних переходи для операції 12 (чистове та тонке точіння поверхні 5).

Розбиваємо загальний технологічний припуск на операціях 7, 12, що дорівнює 2 мм, наступним чином:

Операція 7 – чорнове точіння поверхні 5	Перехід 1 – чорнове точіння	$t = 1$ мм
Операція 12 – чистове точіння поверхні 5	Перехід 1 – чистове точіння	$t = 0,6$ мм
	Перехід 2 – тонке точіння	$t = 0,4$ мм

Для операції 7, що виконується за один технологічний перехід, обираємо наступні режими різання:

глибина різання $t = 1$ мм;

поздовжня подача $S = 0,4$ мм/об.;

швидкість різання $V = 160$ м/хв. = $2,67$ м/с.

$n = 2,67 / (3,14 \cdot 0,056) = 15,1$ (об/с) = 911 (об/хв.).

Приймаємо $n = 900$ (об/хв.).

Таблиця 1.22 – Режими різання для операції 7

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
1	0,4	160	911/900

Для операції 12, що виконується за 2 технологічні переходи обираємо наступні режими різання:

Перехід 1 (чистове точіння):

глибина різання $t = 0,6$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об.;

швидкість різання $V = 235$ м/хв. = 3,92 м/с.

$n = 3,92 / (3,14 \cdot 0,056) = 22,3$ (об/с) = 1336 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Перехід 2 (тонке точіння):

глибина різання $t = 0,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,12$ мм/об.;

швидкість різання $V = 250$ м/хв. = 4,16 м/с.

$n = 4,16 / (3,14 \cdot 0,056) = 23,6$ (об/с) = 1419 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Таблиця 1.23 – Режими різання для операції 12

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
Перехід 1			
0,6	0,2	235	1336/1400
Перехід 2			
0,4	0,12	250	1419/1400

Операція 8. Прорізання канавок I, II, III відрізним різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Інструмент: Для прорізання канавок I, II, III обираємо відрізний різець з шириною різальної кромки 5 мм (згідно заданої ширини канавок).

Режими різання при прорізанні канавки I (ширина канавки 5 мм):

глибина різання $t = 0,5$ мм;

поперечна подача $S = 0,15$ мм/об.;

швидкість різання $V = 150$ м/хв. = 2,5 м/с.

$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,052) = 15,3$ об/с = 918 об/хв.

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Режими різання при прорізанні канавки II (ширина канавки 5 мм):

глибина різання $t = 0,25$ мм;

поперечна подача $S = 0,15$ мм/об.;

швидкість різання $V = 150$ м/хв. = 2,5 м/с.

$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,050) = 15,9$ об/с = 950 об/хв.

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Режими різання при прорізанні канавки III (ширина канавки 5 мм):

глибина різання $t = 0,7$ мм;

поперечна подача $S = 0,15$ мм/об.;

швидкість різання $V = 150$ м/хв. = 2,5 м/с.

$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,050) = 15,9$ об/с = 950 об/хв.

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Таблиця 1.24 – Режими різання для операції 8

Глибина різання, t , мм	Поперечна подача, S , мм/об	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
канавка I			
0,5	0,15	150	918/900
канавка II			
0,25	0,15	150	950/900
канавка III			
0,7	0,15	150	950/900

Операція 11. Чистове точіння поверхні 6 прохідним упорним лівим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний лівий різець з твердосплавною пластиною Т15К6. Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Початковий діаметр дорівнює 52 мм, кінцевий діаметр – 50 мм. Загальний технологічний припуск на сторону дорівнює 1 мм, точність обробки відповідає 6 квалітету ($\varnothing 50k6$), шорсткість обробленої поверхні дорівнює $Ra = 1,25$ мкм. Для жорсткої системи закріплення деталі точність обробки по 6 квалітету при $Ra = 1,25$ мкм при загальному технологічному припуску 1 мм може бути забезпечена за 2 чистові проходи [3]. Отже, для операції 11 обираємо 2 технологічні переходи (чистове та тонке точіння поверхні 6).

Розбиваємо загальний технологічний припуск наступним чином:

Операція 11 – чистове точіння поверхні 6	Перехід 1 – чистове точіння	$t = 0,6$ мм
	Перехід 2 – тонке точіння	$t = 0,4$ мм

Обираємо наступні режими різання:

Перехід 1 (чистове точіння):

глибина різання $t = 0,6$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об.;

швидкість різання $V = 220$ м/хв. = 3,67 м/с.

$n = 3,67 / (3,14 \cdot 0,052) = 22,4$ (об/с) = 1348 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Перехід 2 (тонке точіння):

глибина різання $t = 0,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,12$ мм/об.;

швидкість різання $V = 220$ м/хв. = 3,67 м/с.

$n = 3,67 / (3,14 \cdot 0,05) = 23,3$ (об/с) = 1402 (об/хв.).

Приймаємо $n = 1400$ (об/хв.).

Таблиця 1.26 – Режими різання для операції 11

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
Перехід 1			
0,6	0,2	220	1348/1400
Перехід 2			
0,4	0,12	220	1402/1400

Операція 13. Підрізання фасок на поверхнях 3, 4 прохідним упорним правим різцем з твёрдосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твёрдосплавною пластиною Т15К6. Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Для підрізання фасок на поверхнях 3, 4 обираємо наступні значення поздовжньої подачі (S) та швидкості різання (V) (діаметр 40 - 50 мм; різець з твёрдосплавною пластиною Т15К6 [3]):

$$S = 0,12 \text{ мм/об.}, V = 220 \text{ м/хв.} = 3,67 \text{ м/с.}$$

Частота обертання деталі при підрізанні фаски на поверхні 3:

$$n = 3,67 / (3,14 \cdot 0,05) = 23,3 \text{ (об/с)} = 1402 \text{ (об/хв.).}$$

Обираємо $n = 1400$ об/хв.

Частота обертання деталі при підрізанні фаски на поверхні 4:

$$n = 3,67 / (3,14 \cdot 0,046) = 25,4 \text{ (об/с)} = 1524 \text{ (об/хв.).}$$

Обираємо $n = 1400$ об/хв.

Таблиця 1.27 – Режими різання для операції 13

Глибина різання, t, мм	Поздовжня подача, S, мм/об.	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв. (розрахункова / обрана)
Підрізання фаски на поверхні 3			
≤ 2	0,12	220	1402/1400
Підрізання фаски на поверхні 4			
≤ 2	0,12	220	1524/1400

Операція 14. Відрізання деталі відрізним різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Технологічне оснащення: зовнішній конус Морзе № 4 ГОСТ 2848-75.

Інструмент: відрізний різець з твердосплавною пластиною Т15К6; ширина різальної кромки – 5 мм.

Режими різання:

поперечна подача $S = 0,08$ мм/об (для діаметру 50 мм згідно [3]);

швидкість різання $V = 150$ м/хв. = 2,5 м/с для діаметру 50 мм згідно [3]).

$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,05) = 15,9$ об/с = 955 об/хв.

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Таблиця 1.28 – Режими різання для операції 14

Глибина різання, t, мм	Поперечна подача, S, мм/об.	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв. (розрахункова / обрана)
Відрізання по діаметру 50 мм	0,08	150	955/900

Операція 15. Підрізання торцевої поверхні 7 прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твердосплавною пластиною Т15К6.

Чистове підрізання торця з глибиною різання менше 2 мм. Діаметр торцевої поверхні 1 складає 50 мм. Згідно [3] для діаметру 50 мм та чистового підрізання торця обираємо наступну поперечну подачу (S) та наступну швидкість різання (V): $S = 0,15$ мм/об., $V = 150$ м/хв. = 2,5 м/с.

Швидкість обертання деталі:

$$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,05) = 15,9 \text{ об/с} = 955 \text{ об/хв.}$$

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Таблиця 1.29 – Режими різання для операції 15

Глибина різання, t, мм	Поперечна подача, S, мм/об.	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 1,5	0,15	150	955/900

Операція 16. Підрізання фаски на поверхні 6 прохідним упорним правим різцем з твердосплавною пластиною T15K6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням TC1625Ф3.

Інструмент: прохідний упорний правий різець з твердосплавною пластиною T15K6.

Для підрізання фаски на поверхні 6 обираємо наступні значення поздовжньої подачі (S) та швидкості різання (V) (діаметр 40 - 50 мм; різець з твердосплавною пластиною T15K6 [3]):

$$S = 0,12 \text{ мм/об.}, V = 150 \text{ м/хв.} = 2,5 \text{ м/с.}$$

Частота обертання деталі:

$$n = 2,5 / (3,14 \cdot 0,046) = 17,3 \text{ об/с} = 1038 \text{ об/хв.}$$

Обираємо $n = 900$ об/хв.

Таблиця 1.30 – Режими різання для операції 16

Глибина різання, t, мм	Поздовжня подача, S, мм/об	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 2	0,12	150	1038/900

Операція 17. Нарізання шпонкового пазу шириною 16 мм на поверхні 5 на горизонтально-фрезерному верстаті. Інструмент – кінцева шпонкова фреза номінальним діаметром 16 мм по ГОСТ 9140-68. Матеріал фрези – сталь Р6М5. Обладнання: фрезерувальний станок 692Д. Технологічне оснащення: 2 призми 7030-0085 згідно ГОСТ 12194-91, виконання 1; затискний пристрій (не уніфікований).

Операція 18. Нарізання шпонкового пазу шириною 14 мм на поверхні 4 на горизонтально-фрезерному верстаті. Інструмент – кінцева шпонкова фреза номінальним діаметром 14 мм по ГОСТ 9140-68. Матеріал фрези – сталь Р6М5. Обладнання: фрезерувальний станок 692Д. Технологічне оснащення: 2 призми 7030-0085 згідно ГОСТ 12194-91, виконання 1; затискний пристрій (не уніфікований).

При нарізанні шпонкового пазу деталь, встановлена на призмах по поверхнях 3 та 6, може здійснювати рухи поздовжньої та поперечної подачі. Кінцева шпонкова фреза, закріплена у патроні верстата, може здійснювати обертальний рух, а також переміщуватись уверх – униз. Для нарізання шпонкового пазу обираємо “маятникову” поздовжню подачу, коли загальна глибина шпонкового пазу отримується за декілька проходів при поздовжньому переміщенні деталі відносно фрези, що обертається. При цьому після кожного проходу здійснюється вривання фрези у метал на задану глибину та змінюється напрямок поздовжньої подачі. Така схема обробки використовується у крупносерійному та масовому виробництві, оскільки забезпечує високу стійкість інструмента та високу стабільність розмірів шпонкового пазу.

Максимально допустима швидкість різання (м/хв.) при фрезеруванні визначається за формулою [4]:

$$V_{max} = (C_V \cdot D^q \cdot K_V) / (T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot b^u), \quad (1.10)$$

де C_V , x , y , q , m , u – коефіцієнти, що залежать від умов обробки;
 T – стійкість фрези у хвилинах;

b – ширина шпонкового пазу, мм;

D – діаметр фрези, мм;

t – глибина різання, мм;

$S = S_z$ – поздовжня подача, мм/зуб.

K_v – коефіцієнт запасу, який враховує механічні властивості матеріалів, що обробляються; для матеріалів з межею міцності менше 600 МПа $K_v = 1,5$ [4].

Для розрахунку максимально допустимої швидкості різання прийняті наступні значення параметрів, що входять у формулу (4.2):

$C_v = 48$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$q = 0,45$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$x = 0,5$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$y = 0,5$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$u = 0,1$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$m = 0,33$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4].

b , мм	D , мм	t , мм	$S = S_z$, мм/зуб	T , хв.
16	16	0,4	0,4	120
14	14	0,4	0,4	120

Ширина шпонкового пазу (b) вказана на робочому кресленні деталі. Діаметр кінцевої фрези (D) дорівнює ширині шпонкового пазу (b). Глибина різання за один прохід (t) для фрезерування з “маятниковою” подачею прийнята згідно рекомендацій [4] однаковою для усіх проходів. Поздовжня подача ($S = S_z$) прийнята залежно від діаметра фрези (D) та глибини різання (t) згідно рекомендацій [4]. Стійкість фрези прийнята 120 хвилин згідно рекомендацій [4].

Максимально допустима швидкість різання для фрези діаметром $D = 16$ мм:

$$V_{\max} = (48 \cdot 16^{0,45} \cdot 1,5) / (120^{0,33} 0,4^{0,5} 0,4^{0,5} 16^{0,1}) = 97,8 \text{ (м/хв.)} = 1,63 \text{ (м/с)}.$$

Максимально допустима швидкість різання для фрези діаметром $D = 14$ мм:

$$V_{\max} = (48 \cdot 16^{0,45} \cdot 1,5) / (120^{0,33} 0,4^{0,5} 0,4^{0,5} 14^{0,1}) = 99,2 \text{ (м/хв.)} = 1,65 \text{ (м/с)}.$$

Максимально допустима частота обертання фрези визначається за формулою (5.2) [3]:

$$n_{\max} = V_{\max} / (\pi D).$$

Максимально допустима частота обертання фрези діаметром $D = 16$ мм = 0,016 м:

$$n_{\max} = 1,63 / (3,14 \cdot 0,016) = 32,4 \text{ (об/с)} = 1946 \text{ (об/хв.)}.$$

Приймаємо $n = 1000$ (об/хв.).

Максимально допустима частота обертання фрези діаметром $D = 14$ мм = 0,014 м:

$$n_{\max} = 1,65 / (3,14 \cdot 0,014) = 37,5 \text{ (об/с)} = 2252 \text{ (об/хв.)}.$$

Приймаємо $n = 1000$ (об/хв.).

Швидкість поздовжнього переміщення стола горизонтально-фрезерного верстата, на якому встановлено деталь, визначається за формулою [4] (мм/хв.):

$$v = S_z \cdot n \cdot z, \tag{1.11}$$

де S_z – поздовжня подача; $S_z = 0,4$ мм/зуб;

n – частота обертання фрези, об/хв.; $n = 1000$ об/хв.;

z – ефективна кількість зубів фрези; для кінцевої шпонкової фрези $z = 2$ (ГОСТ 9140-68).

$$v = 0,4 \cdot 1000 \cdot 2 = 800 \text{ (мм/хв.)} = 0,8 \text{ (м/хв.)}.$$

Приймаємо швидкість поздовжнього переміщення стола горизонтально-фрезерного верстата $v = 800$ (мм/хв.) = 0,8 (м/хв.).

Подачу при врізанні фрези на глибину різання приймаємо $S_{вр} = 0,01$ мм/зуб [4].

Швидкість вертикального переміщення фрези при її врізанні на глибину різання визначається за наступною формулою (мм/хв.):

$$v_{вр} = S_{вр} \cdot n \cdot z, \quad (1.12)$$

де $S_{вр}$ – подача при врізанні фрези на глибину різання; $S_{вр} = 0,01$ мм/зуб;

n – частота обертання фрези, об/хв.; $n = 1000$ об/хв.;

z – ефективна кількість зубів фрези; для кінцевої шпонкової фрези $z = 2$ (ГОСТ 9140-68).

$$v_{вр} = 0,01 \cdot 1000 \cdot 2 = 20 \text{ (мм/хв.)} = 0,02 \text{ (м/хв.)}.$$

Приймаємо швидкість вертикального переміщення фрези при її врізанні на глибину різання $v_{вр} = 20$ (мм/хв.) = 0,02 (м/хв.).

Таблиця 1.32 – Режими різання для операції 17,18

Глибина різання за один прохід, t, мм	Поздовжня подача, S_z , мм/зуб	Частота обертання фрези, n, об/хв.	Швидкість поздовжнього переміщення стола, v , м/хв.	Подача при врізанні на глибину різання, $S_{вр}$, мм/зуб	Швидкість вертикального переміщення фрези при її врізанні на глибину різання, $v_{вр}$, м/хв.
0,4	0,4	1000	0,8	0,01	0,02

Кількість проходів при нарізанні шпонкового пазу на поверхні 5 дорівнює
15. Глибина різання на усіх проходах складає 0,4 мм.

Кількість проходів при нарізанні шпонкового пазу на поверхні 4 дорівнює
14. Глибина різання на усіх проходах, окрім останнього проходу, дорівнює 0,4
мм. Глибина різання на останньому проході дорівнює 0,3 мм.

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА РОЗРАХУНОК ЗАТИСКНОГО ЗУСИЛЛЯ ПРИ ЗАКРІПЛЕННІ ДЕТАЛІ НА ОПЕРАЦІЇ НАРІЗАННЯ ШПОНКОВОГО ПАЗУ

2.1. Методика розрахунку зусилля закріплення деталі

На рис. 2.1 наведено розрахункову схему для визначення зусилля закріплення деталі при фрезеруванні шпонкового пазу кінцевою фрезою. Деталь встановлюється у двох призмах. Ліва призма є нерухомою, права призма – рухомою. До правої призми прикладається зусилля закріплення Q .

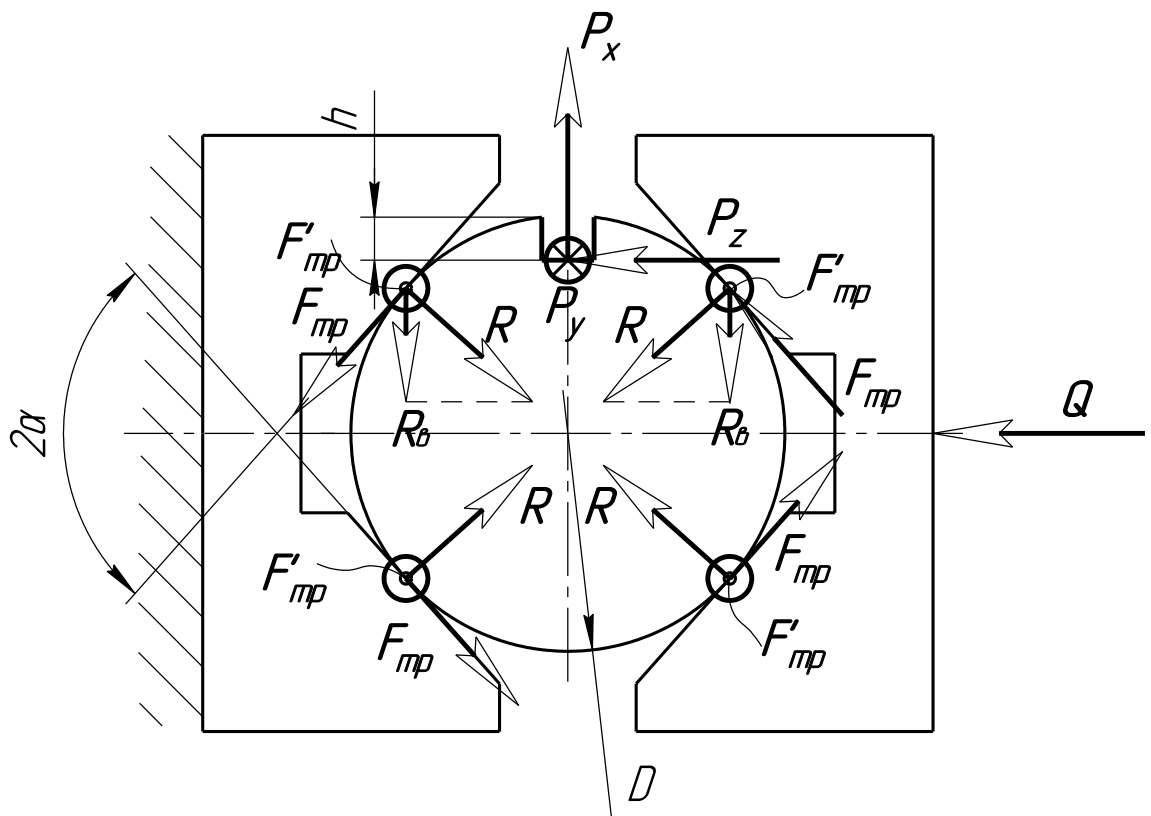


Рис. 2.1. Розрахункова схема для визначення зусилля закріплення деталі при фрезеруванні шпонкового пазу кінцевою фрезою

Принципова схема механізованого пристосування для фрезерування шпонкового пазу кінцевою фрезою наведено на рис. 2.2. Вона відповідає розрахунковій схемі, наведеній на рис. 2.1.

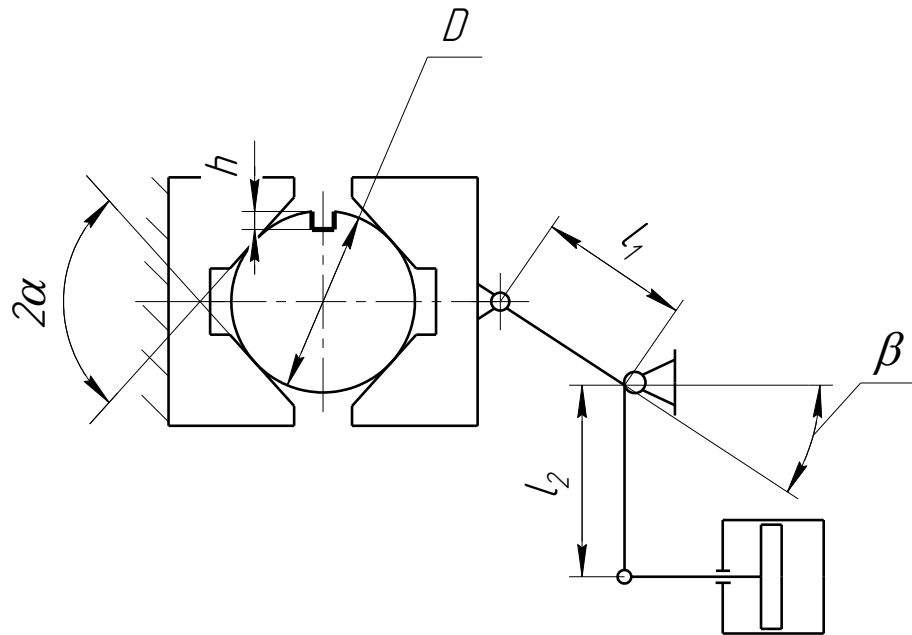


Рис. 2.2. Принципова схема механізованого пристосування для фрезерування шпонкового пазу кінцевою фрезою

На деталь зі сторони інструменту діють наступні сили різання: тангенціальна P_z , радіальна P_x , головна P_y .

Головна сила P_y намагається здвинути деталь вздовж вісі y . Цьому протидіють сили тертя $F'_{тр}$, які виникають у точках дотику деталі з призмами. Рівняння рівноваги має наступний вигляд:

$$P_y = 4F'_{тр},$$

Якщо виразити силу тертя F'_{mp} через реакції R у точках дотику деталі з призмами, враховуючи, що $R = \frac{Q}{2 \cdot \sin \alpha}$, отримаємо рівняння для розрахунку складової зусилля закріплення Q_y :

$$P_y = 4fR = \frac{4 \cdot f \cdot Q_y}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{2 \cdot f \cdot Q_y}{\sin \alpha},$$

де f – коефіцієнт тертя.

Звідки

$$Q_y = \frac{P_y \sin \alpha}{2 \cdot f}. \quad (2.1)$$

Тангенціальна сила P_z створює крутний момент з плечем $(D/2-h)$, який намагається повернути деталь відносно вісі y . Цьому протидіє момент сил тертя F_{mp} , які виникають у точках дотику деталі з призмами і мають плече $D/2$. Рівняння для розрахунку складової зусилля закріплення Q_z можна отримати з рівняння рівноваги моментів:

$$P_x(D/2-h) = 4F_{mp}D/2 = 4fRD/2 = \frac{4 \cdot f \cdot Q_z \cdot D}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{f \cdot Q_x \cdot D}{\sin \alpha}.$$

Звідки

$$Q_z = \frac{P_x \sin \alpha (D/2 - h)}{2 \cdot f \cdot D}, \quad (2.2)$$

Радіальна сила P_x намагається змістити деталь уверх. Цьому протидіють вертикальні складові R_v реакцій R в точках дотику деталі з верхніми частинами призми. Рівняння для розрахунку складової зусилля закріплення Q_x можна отримати з рівняння моментів:

$$P_x = 2Q_v.$$

Із силового трикутника у точці дотику деталі з призмами витікає наступне співвідношення:

$$Q_B = \frac{Q}{2} \operatorname{tg} \alpha.$$

Тоді

$$P_x = 2 \frac{Q_x}{2} \operatorname{tg} \alpha = Q_x \operatorname{tg} \alpha,$$

Звідки

$$Q_x = P_x / \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.3)$$

Сумарне зусилля закріплення визначається за формулою:

$$Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_z^2 + Q_y^2} \cdot K. \quad (2.4)$$

де K – коефіцієнт запасу для зусилля закріплення.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

K_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від прогресуючого затуплення інструменту у процесі різання; $K_2 = 1,6$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує переривчастий режим різання; $K_3 = 1,2$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує вид затискного пристрою; $K_4 = 1,3$ (для закріплення деталі у призмах);

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ефективність затискання; $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт, що характеризує наявність моментів, які прагнуть розвернути заготовку відносно базових поверхонь; $K_6 = 1,0$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 4,49.$$

Для розрахунку зусилля на приводі W складемо рівняння рівноваги моментів сил, що діють на важіль (рис. 2.3).

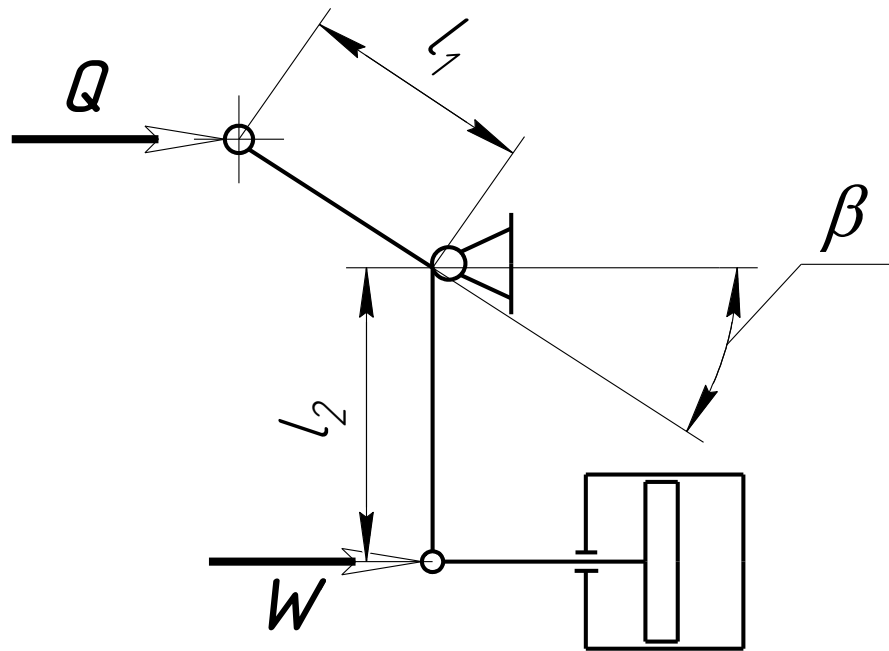


Рис. 2.3. Розрахункова схема для визначення зусилля на приводі
Рівняння рівноваги моментів сил, що діють на важіль, має наступний вигляд:

$$Ql_1 \sin \beta = Wl_2,$$

Звідки

$$W = Ql_1 \sin \beta / l_2. \quad (2.5)$$

Із розрахункової схеми на рис. 2.3 видно, що для закріплення деталі повітря слід подавати у штокову порожнину циліндра.

2.2. Розрахунок зусилля затискання заготовки та зусилля на приводі

Головна сила різання визначається за наступною формулою:

$$P_y = [(10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot b^u \cdot z) / (D^q \cdot n^w)] \cdot K_p, \quad (2.6)$$

де C_p , x , y , u , q , w , – коефіцієнти, що залежать від умов обробки;

t – глибина різання, мм; $t = 0,4$ мм;

$S = S_z$ – поздовжня подача, мм/зуб.; $S_z = 0,4$ мм/зуб.

b – ширина шпонкового пазу, мм; $b = 16$ мм;

z – кількість зубів шпонкової фрези, що приймають участь у процесі різання; $z = 2$;

D – діаметр фрези, мм; $D = 16$ мм;

n – частота обертання фрези, об/хв.; $n = 1000$ об/хв.;

K_p – поправочний коефіцієнт [4].

Для розрахунку були прийняті наступні значення коефіцієнтів та параметрів, що входять у рівняння (2.6):

$C_p = 825$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$x = 1,0$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$y = 0,75$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$u = 1,1$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$q = 1,3$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4];

$w = 0,33$ (для кінцевої шпонкової фрези зі сталі Р6М5) [4].

Поправочний коефіцієнт K_p визначається по формулі:

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\nu p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\phi p}.$$

Коефіцієнт $K_{\mu p}$ визначається за формулою:

$$K_{\mu p} = (\sigma_B/750)^{N_p},$$

де σ_B – межа міцності матеріалу, що обробляється; для матеріалів з $\sigma_B < 600$ МПа приймають $\sigma_B = 600$ МПа;

N_p – показник, який залежить від типу матеріалу, що обробляється; для обробки конструкційних нелегованих вуглецевих сталей $N_p = 0,3$.

$$K_{\text{mp}} = (600/750)^{0,3} = 0,93.$$

Коефіцієнт K_{vp} залежить від швидкості різання та характеру обробки (чорнова, чистова). Для чистової обробки (глибина різання на прохід дорівнює 0,4 мм) та швидкості різання, що не перевищує 100 м/хв., $K_{\text{vp}} = 0,9$.

$$K_{\gamma p} = 1,3 [4];$$

$$K_{\phi p} = 1,0 [4].$$

$$K_p = 0,93 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,088.$$

Складова сили різання P_y :

$$P_y = [(10 \cdot 825 \cdot 0,4^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 16^{1,1} \cdot 2) / (16^{1,3} \cdot 1000^{0,33})] \cdot 1,088 = 1072 \text{ (Н)}.$$

Складова сили різання P_x :

$$P_x = (0,35 \dots 0,4) P_y [4].$$

Приймаємо $P_x = 0,4 P_y$.

$$P_x = 428 \text{ (Н)}.$$

Складова сили різання P_z :

$$P_z = (0,2 \dots 0,3) P_y [4].$$

Приймаємо $P_z = 0,3 P_y$.

$$P_z = 321,6 \text{ (Н)}.$$

Складова зусилля закріплення Q_y ($f = 0,3$; $\alpha = 45^\circ$):

$$Q_y = \frac{1072 \cdot \sin(45)}{2 \cdot 0,3} = 1263 \text{ (Н)}.$$

Складова зусилля закріплення Q_z ($f = 0,3$; $\alpha = 45^\circ$; $D = 50$ мм; $h = 6$ мм):

$$Q_z = \frac{321,6 \cdot \sin(45) \cdot (50/2 - 6)}{2 \cdot 0,3 \cdot 50} = 144(\text{Н}).$$

Складова зусилля закріплення Q_x ($f = 0,3$; $\alpha = 45^\circ$):

$$Q_x = 428/\text{tg}45^\circ = 428 (\text{Н}).$$

Сумарне зусилля закріплення:

$$Q = \sqrt{1263^2 + 144^2 + 428^2} \cdot 4,49 = 6000(\text{Н}).$$

Необхідне зусилля на пневматичному приводі ($Q = 6000 \text{ Н}$; $l_1 = 300 \text{ мм}$; $l_2 = 1500 \text{ мм}$; $\beta = 30^\circ$):

$$W = 6000 \cdot 300 \cdot \sin 30 / 1500 = 600 (\text{Н}).$$

За визначеним зусиллям на пневматичному приводі в якості силового елемента пневматичного привода приймаємо пневмокамеру 200-3519010.

Складальне креслення пристосування для закріплення деталі під фрезерування шпонкового пазу наведено на рис. 2.4. Нижче цього рисунку представлено повну специфікацію на креслення з переліком усіх основних компонентів.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																														
<u>Документація</u>																																				
A1				Складальне креслення																																
<u>Складанні одиниці</u>																																				
Бк		1		Корпус	1																															
Бк		2		Кронштейн	1																															
Бк		3		Кронштейн	1																															
		4		Кронштейн	1																															
<u>Деталі</u>																																				
Бк		5		Призма	2																															
Бк		6		Прижим	1																															
Бк		7		Гайка	1																															
Бк		8		Опора	1																															
Бк		9		Установ	1																															
		10		Гайка	1																															
<u>Стандартні вироби</u>																																				
				Болти ГОСТ 7805-70																																
		11		M8×25	6																															
		12		M10×35	4																															
		13		M12×45	1																															
		14		Гвинт M10-6gX20 ГОСТ 11738-84	2																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Консульт.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.					Проб.					Консульт.					Н.контр.					Утв.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																
Разраб.																																				
Проб.																																				
Консульт.																																				
Н.контр.																																				
Утв.																																				
Приспосування фрезерне				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Р</td> <td>Д</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>4</td> </tr> </table>			Лит.	Лист	Листов	Р	Д	1			4																					
Лит.	Лист	Листов																																		
Р	Д	1																																		
		4																																		
Не для коммерческого использования				Копировал		Формат А4																														

КОМПАС-3D v18.1 Home © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Взам инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Инд. № подл. Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		34		Штифт 7031-0720	2	
		35		Кран к'/4"		
				7024-4001	1	
		36		Планка 7059-4001	1	
		37		Пневмокамера		
				200-3519010	1	
		38		Гайка 2Н-10		
				ГОСТ 9122-67	2	
		39		Штуцер 1-10 ГОСТ 9113-67	4	
		40		Штифт 7031-0730	2	
		41		Муфта 10		
				ГОСТ 9121-67	2	
		42		Нипель 401507-П29	3	
		43		Стричка 297582-П29	2	
		44		Пряжка 297580-П8	2	
		45		Шплінт 297575-П8	2	
		46		Гайка 2Н-12 ГОСТ 9122-67	2	
				<i>Інші вироби</i>		
		47		Глушник к'/4" ПГП 8/063	1	
		48		Клапан к'/4" В51-10	1	
		49		Клапан к'/4" В51-12	1	
				<i>Матеріали</i>		
		50		Шланг ГОСТ 10367-88		l=0,5м
		51		Шланг		
				Рукав 10×18,5-10В		
				ГОСТ 10362-76	1	l=0,5м
		52		Трубка		
				Труба МВ 10×1		
				ГОСТ 617-72	1	l=0,5м
						Лист
						3
			Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КОМПАС-3D v18.1 Home © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл.

Взам. инв. №

Инд. № докл.

Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

Робочий тиск, необхідний для затискання деталі, створюється пневматичною камерою 37 (рис. 2.4). Шток пневматичної камери через з'єднувальні елементи 7, 27, 19 (рис. 2.4) пов'язаний з прижимом 6 (рис. 2.4), який може вільно повертатись на штифті 32 (рис. 2.4). З'єднувальні елементи 7, 27, 19 необхідні для подовження штоку пневматичної камери, оскільки сам по собі шток пневматичної камери має недостатню довжину, щоб його можна було напряму приєднати до прижиму 6, який водночас виконує функцію важіля. Вал встановлюється на дві призми 5 (рис. 2.4) по поверхням 4 та 5 (рис. 2.5). Зусилля притискання прикладається до поверхні 2. Після цього спочатку фрезерується шпонковий паз на поверхні 4, а потім – на поверхні 5. Фрезерування шпонкових пазів здійснюється за один установ деталі кінцевою шпонковою фрезею.

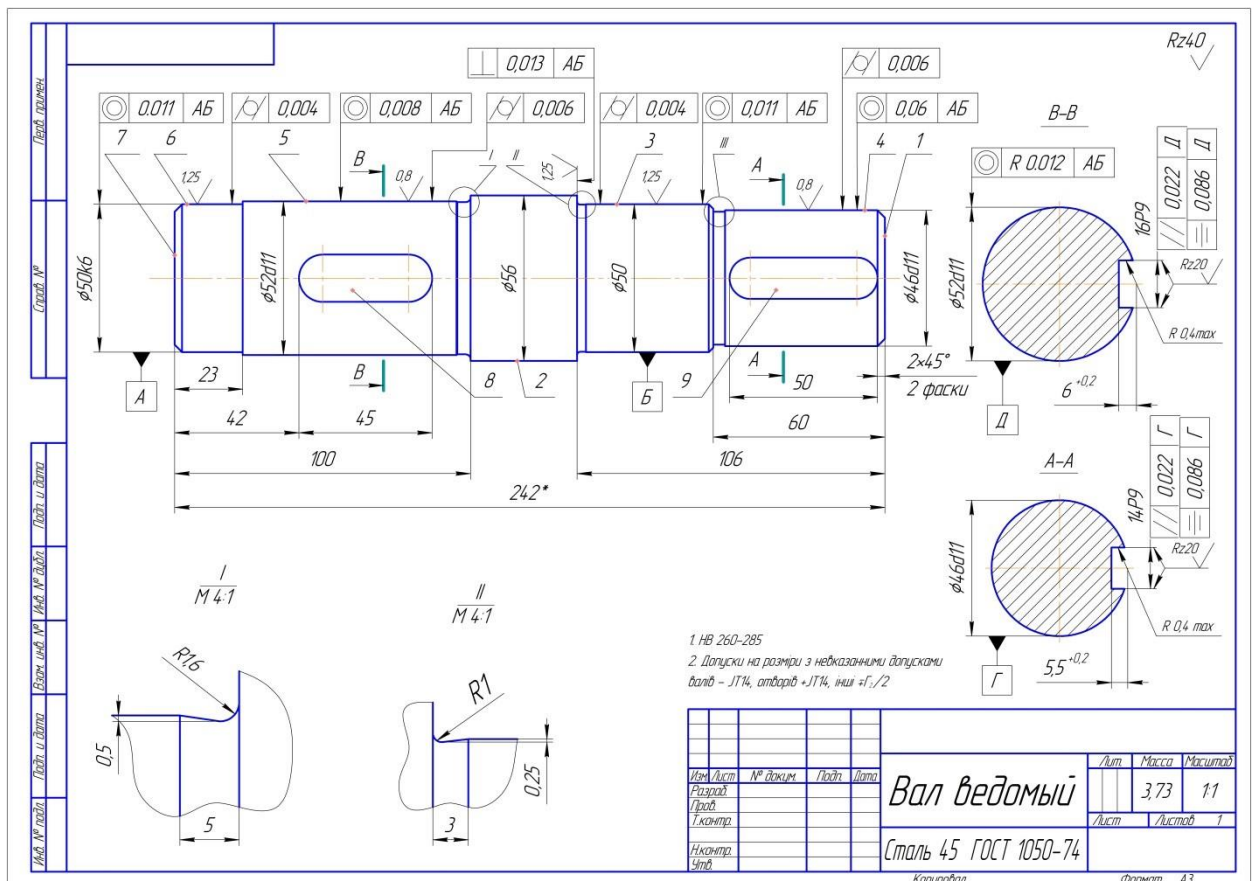


Рис. 2.5. Поверхні обробленої деталі

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Нормування технологічних операцій

Технічне нормування є встановленням норм витрат робочого часу на виробництво одиниці продукції або норм виробництва виробів в одиницю робочого часу в умовах найбільш повного використання наявної техніки і обладнання, застосування прогресивних технологічних режимів і ефективної організації праці.

Технічно обгрунтованою нормою часу називають час виконання технологічної операції в певних організаційно - технічних умовах, найбільш сприятливих для даного типу виробництва.

Технічні норми часу є вихідними розрахунковими величинами для визначення виробничої потужності робочого місця, ділянки, цеху, а також для складання попередньої калькуляції собівартості обробки.

Основне (технологічне) час ($t_{осн.}$) – час, протягом якого безпосередньо здійснюється технологічний процес (зміна форми, поверхні розмірів оброблюваної деталі).

Допоміжний час ($t_{доп}$) – час, що витрачається на дію, безпосередньо забезпечує виконання основної роботи. Основне і допоміжне час може бути машинним, ручним і машинно-ручним.

Час обслуговування робочого місця ($t_{обс}$) – час, що витрачається на догляд за робочим місцем (механізмом, інструментом) протягом даної конкретної роботи і робочої зміни. Час обслуговування робочого місця підрозділяється на час технічного ($t_{тех}$) і організаційного ($t_{орг}$) обслуговування робочого місця.

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на протяжну операцію 010, яка виконується на горизонтально-протяжному верстаті.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-з}}{n} + T_{шт, хв}; \quad (3.1)$$

$$T_{шт-к} = T_0 + (T_{ус} + T_{30} + T_{ун} + T_в) * k + T_{об.ст, хв} \quad (3.2)$$

де— підготовчо-заключний час, хв.;

T_0 — основний час, хв.;

n — кількість деталей в налагоджувальній партії, шт.;

$T_{ус}$ — час на встановлення та зняття деталі, хв.;

T_{30} — час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

$T_{ун}$ — час приймання керування, хв.;

$T_в$ — час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{об.ст}$ — час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

k — поправочний коефіцієнт.

$$T_{ус} = 0,063.$$

Час на вмикання або вимикання верстата кнопкою — 0,01 хв.; увімкнути робочий хід — 0,01 хв. Тоді:

$$T_{ун} = 0,01 + 0,02 = 0,03хв ;$$

$$T_в = 0,15хв.$$

Поправочний коефіцієнт на допоміжний час при серійному виробництві:
 $k = 1,85$.

Допоміжний час:

$$T_{дон} = T_{ус} + T_{ун} + T_в. \quad (3.3)$$

$$T_{дон} = (0,063 + 0,03 + 0,15) * 1,85 = 0,45хв .$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_{доп} . \quad (3.4)$$

$$T_{оп} = 0,096 + 0,45 = 0,9хв .$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місяця складає 6% від оперативного часу [12]:

$$T_{об.ст} = \frac{0,9 * 6}{100} = 0,054хв ;$$

$$T_{п-з} = 11хв .$$

Кількість деталей в партії :

$$n = \frac{N * a}{254} , \quad (3.5)$$

де N – програма випуску деталей, шт;

a – періодичність запуску в днях ($a = 12$).

$$n = \frac{5000 * 12}{254} = 236,2$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 236^{11} + 0,096 + (0,063 + 0,03 + 0,15) * 1,85 + 0,054 = 1,1хв.$$

Результати визначення часу на інші операції розраховуємо аналогічним чином. Всі дані заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Таблиця норм часу по операціям, хв.

Номер операції	T_0	$T_в$			$T_{оп}$	$T_{об.ст}$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	n	$T_{шт-к}$
		$T_{ус, T_{зо}}$	$T_{ун}$	$T_в$						
005	4,49	0,47	0,515	0,44	7,12	0,43	7,55	30	236	7,67
015	8,95	0,32	0,1	0,17	10,04	0,6	10,64	21	236	10,73
025	0,096	0,063	0,03	0,15	0,9	0,054	0,954	11	236	1,1
030	22,2	0,32	0,1	0,2	$\frac{23,3}{5}$	1,4	24,75	21	236	24,84
035	1,79	0,15	0,06	0,15	2,46	0,15	2,6	16	236	2,68

3.2 Організація робочого місця токаря

Під робочим місцем розуміється певний ділянка виробничої площі, на якій розміщені верстат та інші пристрої, необхідні для виконання роботи.

Робоче місце повинно бути організоване так, щоб токарю не потрібно робити зайвих рухів, які, крім непродуктивної втрати часу, викликають додаткову стомлюваність.

Велике значення має розташування предметів на робочому місці: все, що робітник бере правою рукою, повинно знаходитися праворуч, а предмети, які беруться лівою рукою, - зліва; все, що частіше потрібно, повинно знаходитися ближче.

Кожен вживається предмет повинен мати своє постійне місце. Це створює звичні рухи та автоматизм у роботі, виключає втрату часу на пошуки предмета.

На робочому місці, крім верстата, повинні бути встановлені інструментальна тумбочка для зберігання пристосувань, інструментів, обтиральних і мастильних матеріалів та інших необхідних предметів; підставка з ящиками для заготовок і готових деталей; дерев'яна решітка для захисту ніг токаря від стружки і вогкості.

Організація робочого місця залежить від характеру виконуваних робіт, однак можна рекомендувати типову планування, яка в більшості випадків є найбільш зручі~ співай для токарів-універсалів.

Зліва від робочого приблизно на відстані витягнутої руки і 300 мм від верстата розташовується інструментальна тумбочка / з планшеткой 2 для робочого креслення. Праворуч на такому ж відстані встановлюється трехполочная підставка для 6 ящиків 5 із заготовками і готовими деталями і для великих пристосувань. Позаду верстата на зручному для робочого відстані закріплюється на кронштейні планшетка 3 для контрольно-вимірювальних інструментів. Лоток 4 для ключів встановлюється праворуч

на станині при необхідності його можна перенести на підставку 6). Перед верстатом на підлозі знаходиться дерев'яна решітка 7,

Велике значення для економії часу має розташування предметів в тумбочці. Для кожного виду інструментів і пристосувань у ній відводиться спеціальний ящик. У верхньому ящику рекомендується зберігати вимірювальні інструменти, нижче в декількох ящиках розташовуються різці по типами та інші ріжучі інструменти, дрібні пристосування і ключі. У самому нижньому відділенні поміщаються обтиральні матеріали, маслянка, щітка, гачок для видалення стружки. При цьому важливо, щоб встановлений порядок підтримувався постійно.

Не менше значення має розташування підставки з заготовками і готовими деталями на робочому місці. Токар більшу частину робіт виконує з установкою заготовок у патроні і перенесення їх виробляє правою рукою. Тому для виключення зайвих русі підставку більш зручно встановлювати праворуч від токаря.

Продуктивність роботи токаря багато в чому залежить від правильного обслуговування робочого місця, яке включає:

- 1) своєчасне забезпечення виробничим завданням, технічною документацією, заготовками, інструментами і пристосуваннями;
- 2) виробничий інструктаж;
- 3) технічний контроль за якістю обробки деталей і приймання їх після виготовлення;
- 4) догляд за верстатом і періодичний ремонт;
- 5) підтримання на робочому місці належної чистоти і порядку.

Обслуговування робочого місця залежить від організації виробництва. В умовах виготовлення деталей невеликими партіями завдання-на ряд, робоче креслення, виробничий інструктаж про порядок виконання даної роботи та заготовки робітник отримує на початку зміни від майстра або розподільника.

Пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти систематичного користування постійно зберігаються в інструментальній тумбочці на

робочому місці і по мірі зносу періодично списуються і замінюються новими в установленому порядку. Для виконання конкретної роботи відсутні інструменти і пристосування токар отримує в інструментально-роздавальній коморі.

Працівники технічного контролю обслуговують робоче місце протягом всієї робочої зміни, виконуючи періодичну перевірку оброблюваних деталей з метою попередження шлюбу, а також контроль і приймання остаточно виготовлених деталей.

Усунення випадкових пошкоджень, планові огляди і ремонти верстата виробляються прикріпленими до ділянки слюсаря - мі-ремонтниками та електриками.

Щоденний догляд за верстатом, дотримання чистоти і порядку на робочому місці ставиться в обов'язки самого робітника.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Зону обробки універсальних токарних верстатів, призначених для обробки заготовок діаметром до 630 мм включно, необхідно огороджувати захисним пристроєм (екраном).

Затискні патрони універсальних токарних та токарно-револьверних верстатів повинні мати рухомі огороження.

Планшайба токарно-карусельних верстатів повинна мати огороження, яке не повинне перешкоджати обслуговуванню верстатів.

Корпуси пристроїв, які закріплюються на планшайбах токарно-карусельних верстатів для затискання оброблюваної деталі, повинні підтримуватись на планшайбах за допомогою жорстких упорів і додатково силою тертя, що утворюється кріпильними гвинтами.

У планшайбах карусельних верстатів повинні бути передбачені обмежувачі для унеможливлення падіння затискних пристроїв з обертових планшайб.

Пруткові токарні автомати та пруткові револьверні верстати повинні бути обладнані огороженнями по всій довжині прутків та оснащені шумопоглинальним пристроєм.

При застосуванні огороження у вигляді напрямних труб, що обертаються разом із прутками, прутковий магазин повинен мати кругове огороження за всією довжиною.

Розміщений зовні токарного верстата пристрій для подавання прутків повинен мати огороження, яке не перешкоджає доступу до цього пристрою.

Універсальні токарні верстати в разі використання їх для обробки прутків повинні бути оснащені пристроєм, який огороджує пруток зі сторони задньої частини шпинделя. Пруток не повинен виступати за відгороджувальний пристрій.

В універсальних фрезерних консольних верстатах та верстатах з хрестовим столом завширшки 320 мм і більше, а також у фрезерних верстатах з програмним керуванням операція закріплення інструменту повинна бути механізована.

В універсальних фрезерних консольних верстатах та верстатах з хрестовим столом завширшки до 630 мм тривалість зупинення шпинделя (без інструменту) після його вимкнення не повинна перевищувати 6 с.

У горизонтально-фрезерних та вертикально-фрезерних верстатах заввишки до 2,5 м задня частина шпинделя разом з виступним кінцем гвинта для закріплення інструменту, а також кінець фрезерної оправки, який виступає з підтримки, повинні бути відгороджені знімними кожухами.

На вертикально-фрезерних верстатах для закріплення фрез необхідно застосовувати спеціальні механічні пристосування (шомполи, штрівелі тощо).

Конструкція збірних фрез повинна передбачати надійне та міцне закріплення в корпусі фрези зубів або пластин з твердого сплаву, яке унеможливує їх випадіння під час роботи.

Копіювальні свердлильно-фрезерні та фрезерні верстати повинні бути обладнані кінцевими вимикачами для здійснення вимикання фрезерних та свердлильних кареток.

Привід до бабки нарізнофрезерних верстатів повинен бути огорожений.

Поздовжньо-стругальні верстати повинні мати гальмові, амортизуючі або обмежувальні пристрої для запобігання можливості викидання стола.

Поперечностругальні та довбальні верстати з ходом повзуна більше 200 мм, а також поздовжньо-стругальні верстати повинні бути оснащені пристроями автоматичного відведення різцетримача під час холостого ходу.

Поперечностругальні верстати повинні бути оснащені стружкозбірником та екраном для запобігання розкиданню стружки за межі стружкозбірника.

Довбальні верстати повинні мати пристрій, який унеможливорює самовільне опускання повзуна після вимкнення верстата.

Довбальні верстати з механічним (кулісним) приводом повзуна повинні мати блокування для запобігання перемиканню швидкості довбача (різця) під час роботи верстата.

На довбальних верстатах (крім довбальних верстатів з ходом повзуна від 100 до 200 мм) піднімання подушки довбача під час холостого ходу повинно бути автоматизовано.

Вертикально-протяжні верстати для внутрішнього протягування повинні мати огороження для захисту працівників у разі випадіння протяжки з патрона поворотного механізму.

Над зоною виходу протяжки із заготовки на горизонтально-протяжних верстатах необхідно встановлювати відкидний екран з оглядовим вікном для захисту працівників від травмування шматками протяжки у разі її розривання та відлітаючою стружкою.

Горизонтально-протяжні верстати, що працюють протяжками масою більше 8 кг, повинні мати підтримувальні опори на вході протяжки у

заготовку і на виході з неї. Верстати повинні мати пристосування, що забезпечує механізоване повертання протяжки у початкове положення після робочого ходу.

Передня сторона відрізних круглопиляльних верстатів повинна бути оснащена екраном для захисту працівника від стружки, що відлітає під час різання.

Неробочу частину пилки відрізного круглопиляльного верстата необхідно огородити.

Відрізні круглопиляльні верстати повинні бути оснащені пристроями для автоматичного очищення западин зубів від стружки під час роботи.

Різальне полотно стрічково-відрізних верстатів повинно бути огорожено по всій довжині, крім ділянки в зоні різання. Шківи стрічково-відрізного полотна повинні бути огорожені по колу та з боків.

Стрічково-відрізні верстати повинні бути оснащені захисним пристроєм, який запобігає травмуванню працівника різальним полотном у разі його розривання.

Верстати відрізної групи повинні мати пристрої для підтримування матеріалу, від якого відрізуються заготовки, та відрізаних заготовок для запобігання їх падінню з верстатів.

Передня частина пиляльної рами ножівкової пилки верстата не повинна виходити за торець рукава верстата.

. Відрізні круги абразивно-відрізних верстатів повинні бути огорожені захисними кожухами відповідно до вимог ГОСТ 12.3.028-82 «ССБТ. Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности».

Конструкція пилозабірників абразивно-відрізних верстатів повинна забезпечувати ефективне захоплення іскрового факела, що відходить від зони різання.

Конструкція пилозабірника та повітроводу, що відходить від пилозабірника до відсмоктувального пристрою, повинна передбачати можливість зручного їх очищення від нагару.

Абразивно-відрізні верстати у разі технічної необхідності повинні бути укомплектовані індивідуальними відсмоктувальними пристроями. При застосуванні у відсмоктувальному пристрої тканинних фільтрів тканина повинна бути вогнестійкою або на ділянці всмоктування перед пристроєм повинен бути передбачений іскроуловлювач.

Згинальні та профілезгинальні верстати повинні бути обладнані приймальними пристроями із запобіжними огороженнями.

. Згинальні верстати повинні бути обладнані пристроями контролю й обмеження опускання та піднімання траверси понад установлений розмір, а також пристроями для вимкнення електродвигуна у разі ввімкнення ручного механізму переміщення траверси.

Роликові верстати для згинання та малкування металевих профілів повинні бути оснащені захисними пристроями для запобігання потраплянню пальців рук працівника між роликом та заготовкою.

Гільйотинні ножиці для різання листового металу повинні бути оснащені:

запобіжними пристроями, заблокованими з пусковими механізмами для унеможливлення потрапляння пальців рук працівника під ножі та притискачі;

столом, установленим на рівні нерухомого ножа;

напрямною та запобіжною лінійками;

регульованими упорами для обмеження подавання листа, що розрізується;

механічними або гідравлічними притискачами для фіксації металу, що розрізується;

роз'єднувальними пристроями, що запираються для здійснення вимикання електродвигуна під час простоювання або перерви у роботі ножиць;

закриті по околу спеціальні огороження для запобігання доступу до циліндричних притискачів, установлених перед огорожувальним (захисним) пристроєм зони ножів.

Ручні махові ножиці повинні бути обладнані:

притискачами на верхньому рухомому ножі;

амортизатором для пом'якшування удару ножотримача;

проти вагою для утримування верхнього рухомого ножа.

Ручні важільні ножиці повинні бути надійно закріплені на спеціальних стійках, верстаках, столах.

Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах токарної групи

Планшайбу при надяганні на кінець шпинделя необхідно очищувати від стружки та забруднення.

При закріпленні деталі в кулачковому патроні або використанні планшайб деталь необхідно захоплювати кулачками на якомога більшу довжину. Після закріплення деталі кулачки не повинні виступати з патрона або планшайби за межі їх зовнішнього діаметра. У разі якщо кулачки виступають, необхідно замінити патрон або установити спеціальне огороження.

При встановленні патрона або планшайби на шпиндель під них на верстат необхідно підкладати дерев'яні підкладки з виїмкою за формою патрона (планшайби).

Не дозволяється згвинчувати патрон (планшайбу) раптовим гальмуванням шпинделя.

Допускається закріплювати в кулачковому патроні без підпирання центром задньої бабки тільки короткі, завдовжки не більше двох діаметрів, зрівноважені деталі. В інших випадках для підпирання необхідно використовувати задню бабку.

Для обробки в центрах деталей завдовжки 12 діаметрів і більше, а також при швидкісному та силовому різанні деталей завдовжки 8 діаметрів і більше необхідно застосовувати додаткові опори (люнети).

Перед обробкою деталей в центрах спочатку необхідно перевірити закріплення задньої бабки і тільки після встановлення деталі змастити центр. Задній центр під час виконання робіт також необхідно періодично змащувати, а при обробці довгомірних деталей — перевіряти осьовий затискач.

Прутковий матеріал, який подається для обробки на верстат, не повинен мати кривизни.

Різці необхідно закріплювати з мінімально можливим вильотом з різцетримача (виліт різця не повинен перевищувати більше ніж у 1,5 раза висоту державки) і не менше ніж двома болтами. Різальна кромка різця повинна виставлятися по осі оброблюваної деталі.

Для правильного установаження різців відносно осі центрів та підвищення надійності закріплення їх у супорті необхідно застосовувати шліфовані прокладки. Прокладки повинні відповідати лінійним опорам частини державки різців.

Для обробки в'язких металів (сталей), що дають зливну стрічкову стружку, необхідно застосовувати різці з викружками, накладними стружколамачами або стружкозавивачами.

Для обробки крихких металів (чавуну, бронзи тощо) з утворенням мілкоподрібненої сталевої стружки необхідно застосовувати захисні пристрої (спеціальні стружковідвідники, прозорі екрани).

Револьверну головку та супорт з інструментом необхідно відводити на безпечну відстань під час: заміни супорта; встановлювання або знімання

деталей та інструменту; ручної обробки деталі (зачищення, шліфування); усунення биття.

Для зачищення виробів на верстаті шкуркою або порошком необхідно застосовувати притискні колодки.

Забороняється під час виконання робіт на металообробних верстатах токарної групи:

користуватись затискними патронами, у яких спрацьовані робочі площини кулачків; працювати з необерттовим центром задньої бабки при швидкісному різанні; працювати без закріплення патрона сухарями для запобігання самовідвертанню при реверсуванні; гальмувати обертання шпинделя натискуванням руки на обертові частини верстата або деталі; залишати в револьверній головці інструмент, який не використовується для обробки цієї деталі; перебувати між деталлю та верстатом під час установа деталі на верстат; притримувати руками кінець важкої деталі або заготовки, що відрізається; класти деталі, інструмент та інші предмети на станину верстата та кришку передньої бабки; закладати та подавати рукою у шпиндель оброблюваний пруток при ввімкненому верстаті; вимірювати оброблювану деталь скобою, калібром, масштабною лінійкою, штангенциркулем, мікрометром до повного зупинення верстата, відведення супорта та револьверної головки на безпечну відстань.

Висновки

У процесі виконання дипломного проекту був, розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Вал». Спроектований технологічний процес дозволяє виготовляти дану деталь придатною, забезпечуючи задану конструктором точність. Застосування ріжучого інструменту, оснащеного твердим сплавом, дозволяє домогтися високої продуктивності, високої якості обробленої поверхні; знизити собівартість обробки.

Для процесу обробки зроблено добір основного технологічного обладнання (токарський верстат) з урахуванням автоматизації механічної обробки заготовки. Так само була сформована операційна технологія відповідна правилами оформлення конструкторської документації, проведений расчётноточностной аналіз проектного варіанту технологічного процесу, розраховані режими різання і норми часу на всі операції.

У конструкторської частини був проаналізована і обраний режим різання і норми штучного часу, технологічна оснащення.

Наведені в дипломній роботі розрахунки на виготовлення деталі «Вал» дають можливість об'єктивно оцінити всі переваги спроектованого технологічного процесу.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволяють знизити собівартості виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання більш сучасного обладнання та більш ефективних технологій. Застосування універсальної і спеціальної технологічної оснастки підвищує якість, продуктивність і економічність виконання операцій.

Розроблений дипломний проект відповідає всім вимогам згідно затвердженого технічного завдання.

Перелік джерел посилання

1. А.Г. Ткачев, И.Н Шубин “Типовые технологические процессы изготовления деталей машин”2007 г.;
2. Типовые технологические процессы механической обработки втулок: методические указания к курсовой работе /сост.: А.В. Гропянов, Н.Н. Ситов, М.Н. Жукова; ВШТЭ СПбГУПТД: СПб., 2016,-38 с;
3. Абрамов, Коваленко, Любимов и др., Справочник по обработке металлов резанием. – К.: Техніка, 1988. – 239 с., ил.;
4. Режимы резания металлов: Справочник, под ред. Барановского М;Машиностроение,1972,-407с.;
5. Допуски и посадки в машиностроении, Справочник под редакцией А.С.Зенкина.К.В.Петко.-К.Теника.,1990.-236с.;
6. Горошкин, Приспособление для металлорежущих станков: справочник. – М.: Машиностроение, 1979 – 304с.;
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках, Ч.1,2. Изд.2-е. – М: Машиностроение,1974.-616с;
8. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В., Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с.;
9. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513с.;
10. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.;
11. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.;
12. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец.

120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.;

13. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.;

14. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.;

15. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X/.;

16. Металорізальні інструменти [Текст] : навч. посібник. Ч. 2 /П. Р. Родін [та ін.] ; Київський політехнічний ін-т. — К. : ІСДО, 1993. — 180 с.:іл. — ISBN 5-7763-1585-4.;

17. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В.Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972.;

18. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред.Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.;

19. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред.С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999.- 448 с., ил.;

20.Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А.Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.;

21. ДСТ 12.1.013-78 Будівництво. Електробезпека;

22. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів;

23. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни тавизначення;

24. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Сєвєродонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.
25. Косилова Н. Г., Мещеряков Р. К. “Справочник технолога — машиностроителя”. т. 1, 2. — М.: Машиностроение, 1985–1986.;
26. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. “Оснастка для станков с ЧПУ”. Справочник. — М.: Машиностроение, 1990. — 512 с.;
27. “Единая система технологической документации: ГОСТ 3.1401–74 — ГОСТ 3.1423–75”. — М.: Госком по стандартам, 1975. — 212 с.;
28. “Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: ГОСТ 2.301–68 — ГОСТ 2.320–82”.– М.: Госком по стандартам, 1984. — 240 с.;
- 29 . Жданова З.П, Михайлова В.Л. «Сборник типовых инструкций по охране труда» - М: Машиностроение, 1987г.;
- 30 . Каштальян З.П, Клевзович В.И «Обработка на станках с ЧПУ» - Минск: Высшая школа, 1989г.;
31. Клепиков В.В, Бодров А.Н «Технология машиностроения» - М: Форум: Инфра, 2004г.;
32. Косилова А.Г «Справочник технолога-машиностроителя», т.1,2 - М: Машиностроение, 1986г.;
33. Кузнецов Ю.И, Маслов А.Р, Банков А.Н «Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник» - М: Машиностроение, 1990г.;
34. Локтев «Общемашиностроительные нормативы режимов резания», т. 1,2.

ДОДАТКИ